

THESIS

MUNICH

1966

DIE GEFÄSSVERSORGUNG DER PULPA
UND IHRE VARIATIONEN
IM HINBLICK AUF DIE ZAHNERHALTUNG
NACH UNFALLVERLETZUNGEN UND
ERKRANKUNGEN DER ZÄHNE
(mit 35 Abbildungen, 5 Tabellen und 6 Röntgenbilder)

Michael Plank

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

AUS DER ÄRZTLICHEN ABTEILUNG
Leiter: Medizinaldirektor Privatdozent Dr. K. H. Link
DER STAATLICHEN UND GEMEINDLICHEN UNFALLVERSICHERUNG
IN BAYERN

DIE GEFÄSSVERSORGUNG DER PULPA
UND IHRE VARIATIONEN
IM HINBLICK AUF DIE ZAHNERHALTUNG
NACH UNFALLVERLETZUNGEN UND
ERKRANKUNGEN DER ZÄHNE

(mit 35 Abbildungen, 5 Tabellen und 6 Röntgenbilder)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Plank
aus Marko/Ungarn

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Priv. -Doz. Dr. K. H. LINK
Korreferent:	Prof. Dr. Dr. J. HEISS
Dekan:	Prof. Dr. M. KIESE

Tag der mündlichen Prüfung: 11. 10. 1966

INHALTSANGABE

EINLEITUNG

ALLGEMEINE ANATOMIE DER ZÄHNE

- A) I. Die Pulpa
Aufbau und Funktion
- II. Anatomie und Physiologie der Wurzelkanäle
- III. Gefäßversorgung der Pulpa und ihre Variationen
- B) I. Die Beziehungen der Gefäßversorgung und ihre Variationen
zur Zahnerhaltung nach traumatischen Verletzungen und
Erkrankungen der Zähne

ZUSAMMENFASSUNG

LITERATURVERZEICHNIS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

E I N L E I T U N G

Aufgabe dieser Arbeit soll es sein

1. die Gefäßversorgung der Pulpa und ihre möglichen Variationen sowie die anatomischen Verhältnisse des von der Pulpa ausgefüllten Wurzelkanals zu schildern,
2. die Bedeutung der Gefäßversorgung und ihre Variationen für die Pulpa, im Hinblick auf die Zahnerhaltung nach Unfallverletzungen und durch andere Reize hervorgerufene Erkrankungen der Zähne aufzuzeigen.

Zugrunde liegen die Angaben der zugänglich gewesenen in- und ausländischer Literatur, sowie eigene klinische Erfahrungen.

Die Gefäßversorgung der Pulpa und die anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanäle durch die Gefäße in die Pulpa eintreten, waren besonders in den letzten Jahrzehnten Gegenstand zahlreicher Untersuchungen.

Man beschäftigte sich mit dem Thema bisher besonders im Zusammenhang mit der konservativen Behandlung der wurzelkranken Zähnen.

Weitaus weniger stand es zu Erörterung in Verbindung mit Unfallverletzungen der gesunden, kranken oder behandelten Zähnen.

ALLGEMEINE ANATOMIE DER ZÄHNE

Das menschliche Gebiß ist "heterodont" das heißt, die einzelnen Zähne weisen verschiedene Formen auf.

So kann man beim Menschen vier Zahngruppen unterscheiden.

1. dentes incisivi
2. dentes canini
3. dentes prämolares
4. dentes molares

Jede dieser Gruppen wird Verschiedenheiten in Form, Größe und Anzahl der Wurzel aufweisen. Auf die Beschreibung ihrer Einzelheiten soll hier verzichtet werden. Es mag eine allgemeine Beschreibung über Aufbau eines Zahnes genügen.

Die Hauptmasse von der Hartschubstanz eines Zahnes macht das Dentin aus. Dies wird bei der Krone des Zahnes ihrer anatomischen Form nach vom Schmelz, bei der Wurzel vom Zement bedeckt.

Im inneren der Krone, befindet sich die Pulpenkammer, die sich je nachdem in einen einzigen Wurzelkanal bzw. in mehrere Wurzelkanäle fortsetzt. Diese münden an der Wurzelspitze als foramen apicale bzw. ramificatio apicalis aus. Die Pulpenkammer und die Wurzelkanäle sind mit dem Zahnmark (= Pulpa) ausgefüllt. Die Wurzel ist mittels der Wurzelhaut mit dem Zahnfach (= Alveole) verbunden.

Der Alveolarknochen wird von der Gingiva bedeckt, deren Rand sich am Zahnhals anlegt. Der die Wurzel bedeckende Zement, die Wurzelhaut, der Alveolarfortsatz und die Gingiva bilden zusammen den Halteapparat des Zahnes, das sogenannte Zahnbett (= Parodontium) (Abb. 1).

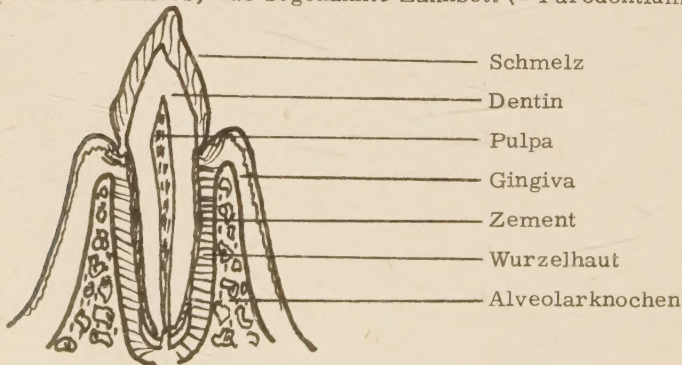


ABBILDUNG 1

Längsschnitt durch einen Eckzahn mit Nachbargewebe, schematisch dargestellt.

A)

I. Die Pulpa (Aufbau und Funktion)

Die Pulpa ist ein zartes bindegewebiges Organ. Ihre Form gibt im jugendlichen Alter die Form des betreffenden Zahnes im verkleinertem Maßstab wieder. Im Laufe der Funktion erfolgt eine Verkleinerung und in der Regel eine Veränderung des feingewebigen Aufbaus. Sie besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, in der zahlreiche freie kollagene Fibrillen ein zartes Netzwerk bilden. An Zellen sind vorhanden:

1. Indifferente Bindegewebszellen (Fibrozyten)
2. Elemente des Retikulo-Endothealen Systems in Form von
 - a) Rundzellen und
 - b) Histiozyten
3. Hoch differenzierte Zellen = Odontoblasten

Die Lagerung dieser einzelnen Elemente ist verschieden. Die unter 1 und 2 genannten Elemente sind diffus verstreut, die unter 3 aufgeführten entlang der Grenze zum Dentin in Reihenform gelagert.

Die Gefäße treten aus dem Periodontium (Wurzelhaut) gemeinsam mit den Nerven durch das Foramen apicale bzw. Foramina apicis in den Wurzelkanal ein. Sie ziehen bündelförmig koronalwärts um sich hier und in der gesamten Peripherie, im Bereich der Odontoblasten in Kapillarform zu verzweigen. Die zahlreichen feinen Nervenfasern bilden vor Durchtritt in die Odontoblastenzone den Raschkow'schen Plexus, zwischen Odontoblasten und Praedentin den Interplexus. Ihr weiterer Weg führt in die Dentinkanälchen. Die Pulpa bestreitet den Aufbau des primären Dentins während der Entwicklungsperiode, die Ablagerung und Ernährung des sekundären Dentins während der Gebrauchsperiode. Daneben fungiert sie als Warnorgan. Die Pulpa nimmt im Organismus eine gewisse Sonderstellung ein, weil sie eingeschlossen ist in einen starrwandigen Hohlraum, fast keine Lymphgefäße hat und ihre Blutgefäße Endgefäße darstellen, die bei Störungen keinen kollateralen Kreislauf zulassen.

II. a) Anatomie der Wurzelkanäle

Der Wurzelkanal stellt kein monotones Rohr da, das sich allmählich verjüngend an der Wurzelspitze als foramen apicale mündet. Er weist vielmehr sehr häufig besonders im apicalen Bezirk Ramifikationen verschiedener Art auf. Diese enden im Zahnbein, teils blind, teils durchdringen sie es und stehen mit der Wurzelhaut in Verbindung.

Bei der Sichtung der einschlägigen Literatur über die Anatomie des menschlichen Gebißes findet man bis ungefähr 1900 keine genauen Angaben über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle.

CARABELLI hat sich zwar schon 1844 in seinem Lehrbuch der Zahnheilkunde über eine Beschreibung der Wurzelkanäle bemüht. Genaue Einzelheiten davon zu erfassen, ist ihm aber nicht gelungen.

DE SARRAN machte 1880 auf die Kompliziertheit der Wurzelkanäle aufmerksam. Da es aber damals noch keine Wurzelbehandlung im heutigen Sinne gegeben hat, fehlten Anreiz und Notwendigkeit, sich mit der Gestalt des Innenraums der Zahnwurzeln eingehender zu beschäftigen.

MÜHLREITER legt in seinem Werk über die Anatomie des menschlichen Gebißes als erster Beobachtungen über die Form der Wurzelkanäle nieder, die sich bei den späteren Untersuchungen mit der Korrosionsmethode als richtig erwiesen haben.

MILLER macht in seinem Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde auf die Wichtigkeit der genauen Kenntnisse der Wurzelkanäle aufmerksam. Er war auch der erste der Schliffe von den Zähnen anfertigte und ihre Hohlräume untersuchte. An Hand dieser Schliffe konnte er die verschiedenen Variabilitäten in Form und Verlauf der Kanäle aufzeigen. Damals herrschte aber noch die Meinung, daß die Ausfüllung der engen und gekrümmten Kanäle sowieso unmöglich sei. Die erste kompetente Arbeit über dieses Thema erschien erst 1900 von PREISWERK.

Er lieferte als erster den anatomischen Beweis, daß die Wurzelkanäle des menschlichen Gebißes tatsächlich einen viel komplizierteren Bau aufweisen, als es bisher angenommen wurde.

An Hand seiner Korrosionspräparate stellte dieser Autor fest, daß sowohl die Zahl als auch die Verzweigungen der Wurzelkanäle große Variationen aufweisen.

Bei seiner Korrosionsmethode mazerierte er die Zähne, bettete sie aufrecht in Gips ein und versah sie mit einer Bohröffnung, die bis zur Pulpahöhle reichte, an die er einen Trichter befestigte. In diesen brachte er Metallstückchen, die er so weit erhitzte, daß sie zu schmelzen begannen. Wenn nun die flüssige Metallsäule eine gewisse Höhe erreicht hatte, konnte sie durch Druck in die feinen Kanäle hineingepreßt werden. Nach dem Abkühlen wurden die ausgegossenen Zähne in Kalilaugelösung gelegt, die Zahnschubstanz erweicht und von dem Metallkern in ihrem Inneren abgelöst.

In klinischer Hinsicht für die konservierende Zahnheilkunde hält Preiswerk eine genaue Kenntnis der Pulpakammer, sowie der Wurzelkanäle für erforderlich. Er schreibt: "... mindestens eben so wichtig ist vom klinischen Standpunkt aus die Form des Wurzelgusses. Hier zeigt sich nämlich die überraschende und neue Tatsache, daß sich nicht selten in gewissen Wurzeln ein anastomosierendes Kanalsystem vorfindet, daß sich an den Korrosionen als reich verästeltes Metallgeflecht dokumentiert". Wenn auch die Ergebnisse dieser Untersuchungen nicht sofort überall anerkannt wurden und man die Methodik nicht billigte, so hat doch die Arbeit von Preiswerk, die Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem Gebiet gegeben.

Guido FISCHER griff Jahre später die Mitteilungen von Preiswerk auf und stellte in verschiedenen Arbeiten, mit Hilfe einer neuen Methode, eine auf breiter Basis angelegte Untersuchung an. Zur Darstellung der Hohlräume des Zahnes verwendete er eine Zelluloid-Acetonlösung, die er in steigender Konsistenz in die durch Maceration gewonnenen Hohlräume der Zähne einspritzte. Er füllte insgesamt 700 Zähne.

FISCHER untersuchte besonders die feinere Anatomie der Wurzelkanäle im Hinblick auf die inzwischen in Entwicklung begriffenen Wurzelbehandlungsmethoden. Sehr eingehend beschäftigte er sich mit Verästelungen der Pulpenstränge und Seitenästchen in der Nähe des Foramen apicale an den verschiedenen Zahngattungen. Er stellte erstmalig fest, daß bei der Bildung der Wurzelkanäle und ihrer feineren Verästelungen, die ja anatomische Produkte sind physiologische und pathologische Faktoren von Bedeutung sind.

FISCHER schreibt dazu folgendes: "Die Differenzierung der Pulpahohlräume beginnt rein physiologisch mit dem Durchbruch des Zahnes und wird während des ganzen Lebens fortgesetzt. Durch den Anbau von neuem Dentin werden die im jugendlichen Organismus weit angelegte Pulpenkammer allmählich verengt. Dieser Einschnürungsprozeß schafft vorzugsweise bei allen Wurzelformen mit breiten, seitlich komprimierten Wänden durch regelmäßig und unregelmäßig geartete Auflagerungen auf gegenüberliegende Wandschichten in der vorher massiven Pulpa ein Verzweigungssystem von Kalksubstanz, das umso komplizierter auftritt, je irregulärer die beteiligten Faktoren beim Wachstumsprozeß funktioniert haben".

An Hand von makroskopischen und mikroskopischen Präparaten zeigt Fischer in wie hohem Maße die Anatomie der Wurzelkanäle durch feine Verästelungen, Querbrücken und Aussparungen im Gewebe differenziert ist. Sehr interessant sind die von Fischer erstmalig gezeigten sogenannten "Markkanäle", die 3-8 mm vom Apex entfernt, Dentin und Zement rechtwinklig durchdringen und an der Oberfläche der Wurzel ausmünden. Sie stellen eine Verbindung zwischen Pulpa und Periodontium dar. Im einzelnen unterscheidet Fischer: I. einfache Äste und Zweige, Markkanäle im Wurzeldentin und Seitenfiederchen. II. Querbrücken-

systeme. III. Inselartige Aussparungen im Gewebe.

Fischer untersuchte die Wurzelspitzen auch mit der Lupe und stellte zahlreiche apicale Verzweigungen in Form von feinen Kanälchen fest. Auch seine mikroskopischen Präparate lassen uns die apicale Verzweigung gut erkennen. Er fand, daß solche besonders häufig an Praemolaren auftreten.

Wenn man die Arbeiten FISCHERs mit denen von PREISWERK vergleicht, so sehen wir, daß die Ergebnisse, die mit Fischers verfeinerter Technik erzielt wurden, einen besseren Überblick in die feinere Anatomie der Wurzelkanäle erlaubt.

Während sich Preiswerk im wesentlichen darauf beschränkte im Groben, Form und Verlauf der Wurzelkanäle zu beschreiben, konnte sich Fischer dank seiner verbesserten Methode mit den zahlreichen Verzweigungen, Seitenästen, Markkanälen und Ramifikationen im periapicalen Bereich beschäftigen.



ABBILDUNG 2

Das Gebiet des Foramen apicale schematisch dargestellt (nach Fischer).

In der Folge wurden die Resultate Fischers von verschiedenen Autoren kritisiert und als Kunstprodukte angesprochen. Besonders die apicalen Verzweigungen wurden als "falsch gedeutet" beanstandet. So zum Beispiel von J. Djerassi und Erich Feiler.

1909 stellte LOOS Untersuchungen über die Anatomie der Pulpenkammer an, er konnte an Hand von zahlreichen Schliffpräparaten über die Form der Pulpenkammer genaue Angaben machen. Die feineren apicalen Verzweigungen behandelte er jedoch in seiner Arbeit nicht.

PORT untersuchte ohne eine genaue Methode 572 U-K Molaren und 53 O-K Praemolaren. Er durchschnitt den Zahn in der Mitte und son-

dierte die einzelnen Kanäle. In Bezug auf die Anzahl der Wurzelkanäle kam er zu den gleichen Resultaten wie Fischer. Den feineren Bau der Wurzelkanäle konnte man mit dieser Methode jedoch nicht feststellen.

1913-14 fing ADLOFF mit einer neuen Methode an die Arbeit. Dieses Verfahren wurde von SPATELHOLZ zuerst beschrieben, es diente zur Aufhellung von undurchsichtigen Präparaten.

ADLOFF schleuderte flüssiges Metall in die Wurzelkanäle und hellte die Präparate dann nach der SPATELHOLZ'schen Methode auf. Neue Resultate konnte er mit dieser Methode jedoch nicht erzielen.

FASOLI und ARLOTTA versuchten es ebenfalls mit der Spatelholz'schen Methode. Sie kamen zu den gleichen Ergebnissen wie Fischer.

MORAL versuchte es 1914 wieder mit einer neuen Methode, er bediente sich der chinesischen Tusche. Die Pulpenräume wurden mit diesem Material ausgefüllt. Ihm fielen, wie schon Fischer ebenfalls die zahlreichen Verästelungen an der Wurzelspitze auf. So bestätigte er in etwa alle diese Arbeiten die Resultate von Fischer.

1917 erschien die Habilitationsschrift von HESS, die zu dem Thema am umfangreichsten Stellung nahm.

Er untersuchte in einem sehr großen Zahnmaterial von ca. 3000 Zähnen die rein anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanäle. Außerdem machte er von allen Zahngattungen statistisch verwertbare Angaben. Seine zahlreichen Abbildungen der Wurzelkanäle bei Korrosionspräparaten und seine genauen Zahlenangaben brachten einen vorläufigen Abschluß von fast 20jähriger Forschungsarbeit über die Anatomie der Wurzelkanäle. Abb. 3-16.

HESS ordnete sein Material nach Altersgruppen und stellte auch prozentual die Zahl der Kanäle, apicale Verzweigungen und Markkanäle an verschiedenen Zahngattungen fest.

Über das Ziel seiner Arbeit äußerte sich HESS folgendermaßen: Da die bisherigen Untersuchungen über den Einfluß des Alters auf die Entwicklung der Wurzelkanäle, in Bezug auf Anzahl und Form derselben keine Angaben brachten und zugleich die bisherigen Beschreibungen sich auch auf eine relativ kleine Zahl von Reproduktionen der Verhältnisse der Wurzelkanäle stützten, habe ich meine Untersuchungen so angestellt, daß über diese Punkte an Hand eines großen Untersuchungsmaterials sowohl die Nachprüfung der Resultate der bisherigen Autoren möglich ist, als auch zugleich an Hand von zahlreichen Reproduktionen die Resultate belegt werden und statistisch verwertet werden können".

Die Untersuchungsmethodik von HESS war anders, als die der früheren Autoren.

Während Preiswerk und Fischer zum Beispiel den ganzen Pulpenhohlraum ausfüllten, hat HESS sich ausschließlich auf die feinere Anatomie der Wurzelkanäle konzentriert. Er trennte den Kronenteil des Zahnes

von der Wurzel. Nach gründlicher Mazeration und Ausspülung der Kanäle wurden die Wurzeln aufrecht in Gips eingebettet. Sie wurden mit Kautschuk beschickt, der unter dem Druck einer Presse in die Kanäle hinein getrieben wurde. Die so vorbereiteten Wurzeln wurden dann vulkanisiert, die Zahnschubstanz durch Entkalkung aufgelöst und entfernt. Das Vorgehen war eine verhältnismäßig rationelle Methode und nur dadurch war es möglich ein so großes Zahnmateriale zu untersuchen, wie es Hess getan hat. Im Gegensatz zu den vorherigen Autoren hat HESS einen ziemlich großen Druck angewandt und dem entsprechend mehr Seitenäste, Markkanäle und Aufteilungen der Pulpa festgestellt, als z.B. Fischer. Er stellte auch histologische Untersuchungen über die Wurzelkanäle, an Hand von entkalkten Serienschritten an. Von den so untersuchten 50 Zähnen wiesen 48 apicale Verästelungen verschiedenster Art auf.

An Hand von zahlreichen Reproduktionen und Präparaten der verschiedenen Altersperioden konnte er die anatomischen Verhältnisse in Bezug auf Anzahl der Wurzelkanäle, apicale Verästelungen und Markkanäle für jede einzelne Zahngattung beschreiben und in einer übersichtlichen Tabelle darstellen. Es war ihm möglich, an sämtlichen Präparaten den Einfluß des Alters aufzuzeigen. Nach Hess sind Kanalteilungen, Verengungen des Kanalvolumens, apicale Verästelungen und Markkanäle von 12-20 Jahre nur wenig von 20-40 Jahre am meisten von 40-45 Jahre am wenigsten anzutreffen.

"Die Einteilung nach Altersgruppen ist deswegen so interessant, weil dadurch gezeigt wird, daß die Entwicklung der genannten Strukturdetails im Wesen nichts anderes darstellt, als die Resultate eines normalen Wachstumsprozesses infolge einer Verstärkung der Wurzel durch Zahnbein und Zementablagerung". (Th. E. De Jougé). Es können während dieses Wachstums- und Ablagerungsprozesses auch große Variabilitäten auftreten. So sind nicht selten in höheren Altersperioden Zähne zu finden, die entgegen der zu erwartenden Verengung durch Zahnbein und Zementablagerung einen volumenösen Kanal aufweisen. Man kann auch bei jugendlichen Zähnen allerdings nicht sehr häufig, die beginnende Obliteration beobachten. Dieser Entwicklung liegt dann wohl ein pathologisches Geschehen zu Grunde. Im allgemeinen zeigt es sich, daß mit zunehmendem Alter die Veränderung des Kanalvolumens zu erwarten ist. Damit wäre auch die Ansicht Fischers bestätigt, wonach die Differenzierung der Wurzelkanäle, schon frühzeitig beginnt und im Laufe der Jahre durch verschiedenartige Wachstumsprozesse fortgesetzt wird.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Hess, sind so wichtig, daß es angebracht ist, einige wesentliche Details in Zeichnungen aus seiner Originalarbeit wiederzugeben.

Ausgüsse von menschlichen oberen, mittleren und seitlichen Schneidezähnen, sowie I. Prämolaren (nach Hess).

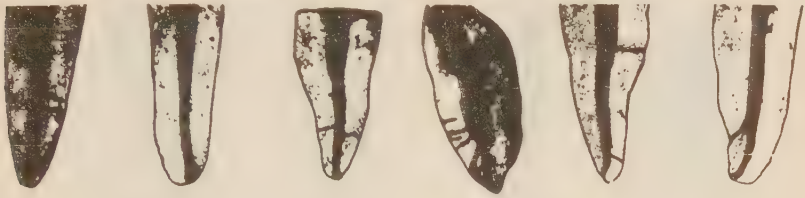


ABBILDUNG 3

Mittlere Schneidezähne des Oberkiefers.

In ein Viertel der Fälle fand Hess apicale Seitenäste.

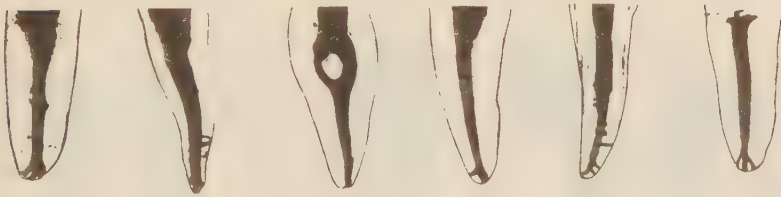


ABBILDUNG 4

Seitliche Schneidezähne des Oberkiefers.

Apicale Verzweigungen fanden sich 1/4 bis 1/3 der untersuchten Fälle.

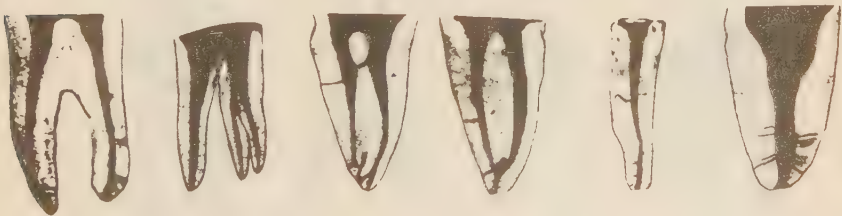


ABBILDUNG 5

I. Prämolaren des Oberkiefers.

Seitenkanäle in 1/4 der untersuchten Fälle.

Ausfüsse von menschlichen oberen II. Prämolaren, I. Molaren
II. Molaren (nach Hess).

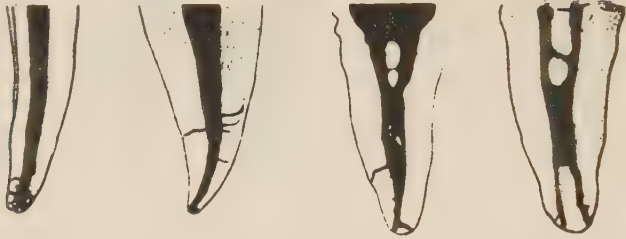


ABBILDUNG 6

II. Prämolaren des Oberkiefers.
Seitenkanäle in 20-50 % vorhanden.



ABBILDUNG 7

I. Molaren des Oberkiefers.
Apicale Ramifikationen in 40-80 %, Markkanäle in 16 % vorhanden

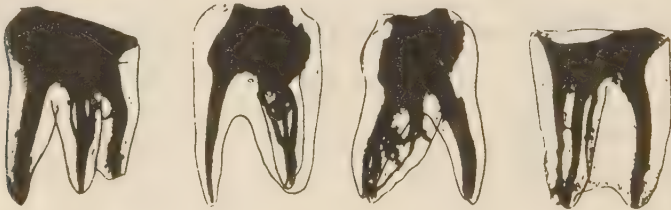


ABBILDUNG 8

II. Molaren des Oberkiefers.
Apicale Verzweigungen in 80 %, Markkanäle in 20 % vorhanden.

Ausgüsse von menschlichen oberen III. Molaren und von mittleren und seitlichen unteren Schneidezähnen (nach Hess)

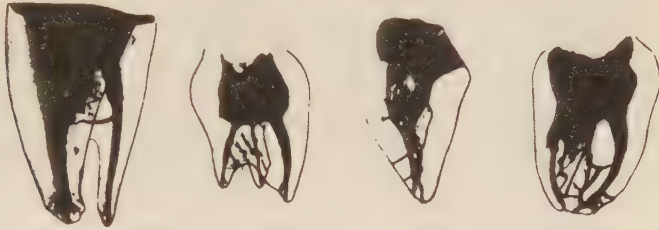


ABBILDUNG 9

III. Molaren des Oberkiefers.

Apicale Verzweigungen in 80 %, Markkanäle in 20 % der Fälle vorhanden.



Abb. 429



Abb. 430



Abb. 431



Abb. 432



ABBILDUNG 10

Mittlere und seitliche Schneidezähne des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen waren vorhanden bei den mittleren Schneidezähnen in 10 % der Fälle, seitlichen Schneidezähnen in 40 % der Fälle.

Ausgüsse von menschlichen unteren Eckzähnen, sowie I. und II. Prämolaren (nach Hess).



ABBILDUNG 11

Eckzähne des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 34 %, Markkanäle in 12 % der untersuchten Fälle vorhanden.

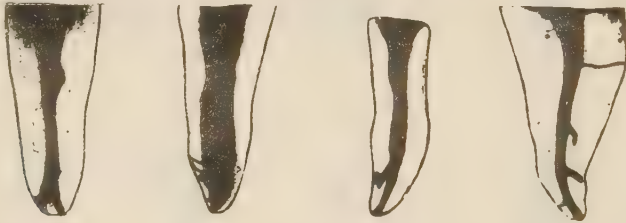


ABBILDUNG 12

I. Prämolare des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 40 %, Markkanäle in 17 % der untersuchten Fälle vorhanden.



ABBILDUNG 13

II. Prämolare des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 49 %, Markkanäle in 20 % der untersuchten Fälle vorhanden.

Ausgüsse von menschlichen unteren I., II., III. Molaren (nach Hess)



ABBILDUNG 14

I. Molaren des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 40-43 % der untersuchten Fälle vorhanden.



ABBILDUNG 15

II. Molaren des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 70 %, Markkanäle 15 % der untersuchten Fälle vorhanden.

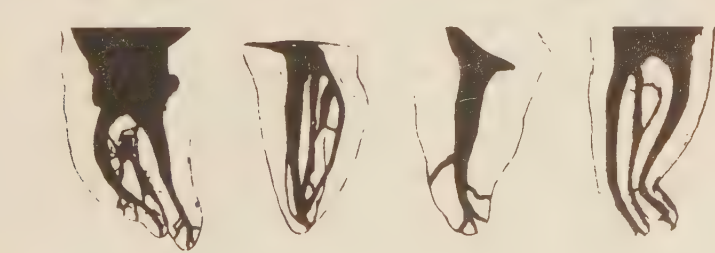


ABBILDUNG 16

III. Molaren des Unterkiefers.

Apicale Verzweigungen in 10 %, Markkanäle in 10 % der untersuchten Fälle vorhanden.

Die in der Folgezeit erschienenen Arbeiten beschäftigen sich, teils mit der Nachkontrolle der bisher bekannten Resultate, teils stellen sie neue Untersuchungen mit anderen Methoden dar.

So kontrollierte Erich FEILER die Resultate von Fischer und Preiswerk nach, konnte aber ihre Ergebnisse nicht bestätigen.

TÜRKHEIM hat in seiner Arbeit, die Existenz der apicalen Ramifikationen, Verzweigungen und Seitenkanäle nachgewiesen.

DJERASI stellte fest, daß die von Fischer und Hess beschriebenen anatomischen Verhältnisse nicht der Wirklichkeit entsprechen.

Daß die beiden Autoren; Djerasi und Feiler die bisher bekannten Resultate nicht bestätigen, ja sogar als wirklichkeitsfremd bezeichnen mag wohl an ihrer unzulänglichen Untersuchungsmethode gelegen haben.

1922 veröffentlichte von LENHOSSEK, Budapest, in Scheff's Handbuch der Zahnheilkunde ebenfalls eine Arbeit, die sich mit dem Thema: Anatomie der Wurzelkanälen beschäftigte. Er untersuchte 923 Zähne. Vom einfachen Kanal ausgehend erwähnt er die verschiedenartige Teilung der Kanäle ebenso die apicale Verästelung.

Wenn sie in der ein, zwei, drei oder Mehrzahl vorkommen, bezeichnet er sie als apicale Nebenäste. Von Ramifikation spricht er dann, wenn sich der Kanal im Bereich der Wurzelspitze büschelförmig in 5-8 divergierende Äste spaltet. Besonders eingehend befaßte er sich mit den von Fischer entdeckten Markkanälen und fand solche noch in 8 mm Entfernung vom foramen apicis. Seine übrigen Resultate entsprechen im wesentlichen denen von Fischer und Hess und kommen über deren Angaben nicht hinaus. Die prozentualen Vorkommen der apicalen Seitenäste bei den verschiedenen Zahntypen im Ober- und Unterkiefer sind aus der folgenden Tabelle zu entnehmen.

O-K		U-K	
I. 1	7 %	I. 1	9 %
I. 2	26 %	I. 2	25 %
C	25 %	C	39 %
P 1	35 %	P 1	34 %
P 2	70 %	P 2	46 %
	30 %		
M 1 d	6 %	M 1 m	26 %
p	15 %	p	10 %
m	43 %		
M 2 d	15 %	M 2 m	34 %
p	10 %	M 2 d	7 %
M 3 m	30 %	M 3 m	5 %
d	5 %	M 3 d	8 %
p	15 %		

(I. = Incisivi; C = Canini; M = Molares)

Die Arbeiten Züricher, Junghen 1924, Barett, Schwarz 1924 und Davis 1923 konnten nur in der Hauptsache die Resultate von Hess bestätigen.

1927 machte OKUMURA, Japan, eine anatomische Studie an 1939 Zähnen, nachdem er bereits im Jahre 1918 ungefähr 800 Zähne in gleicher Richtung untersucht hatte. Die günstigsten Resultate erhielt er mit der Methode des Durchsichtigmachens der Zähne.

Seine Resultate die im wesentlichen auch nichts neues brachte sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Zahngattung	Anzahl der Zähne	apicale Verästelung	Markkanäle
Incisivi sup.	372	17,7 %	28,1 %
Incisivi inf.	134	10,4 %	5,2 %
Canini sup. et inf.	95	-	-
Prämolar sup.	312	24,3 %	29,1 %
Prämolar inf.	279	4,6 %	25,0 %
Molares sup.	299	m 29,0 %	29,0 %
		d 14,2 %	12,2 %
		p 7,7 %	11,7 %
Molares inf.	458	m 27,6 %	25,5 %
		d 21,3 %	16,7 %

Tabelle von OKUMURA.

1928 war es Oskar KELLER, Zürich, der sich in seiner Dissertation auf Anregung von Hess nochmals mit der Anatomie der Wurzelkanäle befaßt. Er untersuchte 960 Zähne, deren Hohlräume er mit gefärbter Gelatine ausfüllte und nach der Spatelholz'schen Methode aufhellte. Er konnte an sämtlichen Wurzeln der verschiedenen Zahngattungen, apicale Verästelungen, Seitenkanäle und Markkanäle feststellen. Das Resultat seiner Arbeit fast Keller so zusammen:

"Die apicalen Verästelungen und Seitenkanäle oder Markkanäle konnten bei meinen Untersuchungen an sämtlichen Wurzeln der verschiedensten Zahngattungen festgestellt werden" (siehe Tafel von Keller).

Die Entstehung von zwei Kanälen in der mesiobukkalen Wurzel der ersten oberen Molaren, in der mesialen Wurzel der unteren Molaren, bei einem großen Teil von Prämolaren, sowie beiden Canini incisivi inferiores beobachtete ich in gleicher Weise wie die früheren Autoren.

Kanäle, die teils vom Periost, teils von der Pulpa ausgehend ins Dentin verlaufen und dort blind endigen, müssen entsprechend den Ansichten früherer Autoren, als Zementfisteln (fistula cementi incompleta) angesehen werden. Direkte Verbindungen vom Pulpakavum zum Periodont,

denen ich in einigen Fällen begegnete, habe ich meist als sehr hohe Markkanäle angesehen, möglicherweise können sie zum Teil als *Fistula cementi completa* erscheinen".

Von den 960 Zähnen hat Keller 128 Präparate, die speziell das Gebiet der apicalen Verästelungen und der Seitenkanäle wiedergeben photographisch festgehalten.

Die prozentualen Verhältnisse der gefundenen Kanäle, apicale Verästelungen und Markkanäle, der verschiedenen Zahngattungen, sind in der folgenden Tabelle zusammen gestellt.

	1.	Zahl der Kanäle		4.	Apicale Veräste- lungen	Mark- kanäle
	%	2. %	3. %	%	%	%
Incisivi centrales sup.					27,9	42,6
Incisivi lat. sup.					23,6	5,5
Canini sup.					34,0	6,1
I Prämolares inf.	8,9	88,9	2,2		35,5	18,0
II Prämolares sup.	59,7	40,3			32,2	13,0
Molares sup. I		41,0	59,0		94,0	4,0
Molares sup. II		55,5	44,5		38,8	3,9
Molares sup. III	19,7	27,9	11,0	11,5	41,0	16,4
Incisivi inf. mes. et lat.						
	67,0	33,0			7,8	0,9
Canini inf.	98,4	1,6			46,9	15,6
I Prämolares inf.	95,7	4,3			44,7	10,6
II Prämolares inf.	94,6	5,4			75,0	14,3
Molares inf. I		16,4	76,3	7,3	25,5	7,3
Molares inf. II	3,9	47,7	44,5	3,9	37,0	1,9
Molares inf. III	26,0	52,6	19,0	2,4	69,0	31,0

Später wurden unter AXHAUSEN und RICHTER Untersuchungen mit dem Quecksilberkorrosionsverfahren angestellt.

Nach seinen Untersuchungen sind Ramifikationen an mittleren Schneidezähnen in 57 % an Eckzähnen in 40-57 % an Prämolaren 66-84 % der Fälle vorhanden.

1954 griffen W. MEYER und E. SCHEELE das Problem der Wurzelkanalverzweigungen wieder auf, sie deuten auf Fischer, Hess und Preiswerk hin und sagten, daß deren Methode viel zu primitiv sei, um die wirklichen Verhältnisse zu zeigen.

Der Hauptkanal und seine Verzweigungen seien viel zu fein, als daß eine dickflüssige Masse wie Metall, Celluloid oder Kautschuk in sie hineindringen könnte. Die Mehrzahl der Aufgabelungen und Verzweigungen des Wurzelkanals in der Regio apicis liegen bei den Werten zwischen 0,5-0,025, also weit unter den Werten, daß mit dem bloßen Auge noch sichtbar sind. So weist also das Sichtbarmachen und die Dokumentation des Füllergebnisses Mängel auf. Dies alles veranlaßte MEYER und seinen Mitarbeitern nach bessern Methoden zu suchen. Sie verwendeten dann, die als exakt bekannte, gar nicht neue Methode der Rekonstruktion nach BORN, die sich schon bei Untersuchungen aus der Entwicklungsgeschichte bestens bewährt hatte. Dazu werden lückenlose Serienschnitte der Regio apicis in Querschnitten hergestellt.

Die Schnitte haben eine einheitliche Stärke und werden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Zur Herstellung der Modelle zeichnet man der Mikroprojektion die Konturen, in diesem Falle des Wurzelkanals und seine Verzweigungen nach. Diese Zeichnungen werden auf Wachsplatten übertragen, die je nach Stärke des Schnittes und dem Maßstab der Vergrößerung eine bestimmte Stärke haben müssen. Die Wachsplatten erhalten eine Papierunterlage, die mit in das Modell eingebaut wird. Sie werden dann nach den Konturen ausgeschnitten und nacheinander zusammengesetzt. So entsteht ein Wachsmo-dell, das eine genaue Darstellung des Wurzelkanals und seine Verzweigungen wiedergibt.

Nach dieser Methode untersuchten Meyer und Scheele 1954 ein verhältnismäßig kleines Material, über das Resultat machten sie eine vorläufige Mitteilung. Aber auch diese wenigen Fälle brachten die Bestätigung, daß die Verzweigungen und Seitenäste des Wurzelkanals viel häufiger sind, als bisher angenommen wurde.

1959 schrieb Meyer dann einen abschließenden Bericht über dieses Thema, nachdem in seinem Arbeitskreis ein größeres Zahnmaterial untersucht worden war. Er untersuchte 800 Zähne, zu je 50 des gleichen Typus.

Schon Hess trennte die Zahnkrone von der Wurzel und konzentrierte sich ausschließlich auf die Untersuchung des Wurzelkanals. Meyer und sein Mitarbeiter haben die Wurzel, in nur einer Länge von 6 mm vom apicalen Gebiet untersucht.

W. Meyer spricht nur von Seitenkanälchen, im Gegensatz zu den anderen Autoren die einen Unterschied zwischen Ramifikationen, Seitenäste, apicale Verzweigungen, Markkanäle gemacht haben. Nach seiner Ansicht ist hier, was die Definition anbelangt, Mutmaßungen Tür und Tor geöffnet. Er sagt: "Da es für die Praxis vor allem darauf ankommt, ob der Hauptkanal noch Seitenkanälchen hat, gleichgültig, ob dies nach der einen oder anderen Definition, Ramifikationen, Verzweigungen,

Seitenkanäle oder Markkanäle sind, und da wir selbst trotz eifrigen Bemühens hier eine Trennung nicht durchführen konnten, haben wir alle zur Wurzelhaut durchgängigen Abzweigungen des Hauptkanals ganz allgemein gewertet ohne weitere Unterteilung vorzunehmen¹⁾.

Die meisten Seitenkanälchen fanden sie 3 mm vom Apex entfernt, darüber hinaus ist auch in der übrigen Wurzel bis zu 6 mm Länge kein Zahntypus frei von Seitenkanälchen. W. Meyer ist überzeugt, daß koronalwärts diese 6 mm auch noch Seitenkanäle vorkommen. Diesen Abschnitt der Wurzel untersuchte er jedoch nicht, weil die praktische Bedeutung davon gering sei, wie er meinte.

Die Zahl der Verzweigungen des Wurzelkanals, der zur Wurzelhaut durchgehenden Seitenkanälchen und der blind endenden Äste variiert sehr stark.

Im O-K fanden W. Meyer und seine Mitarbeiter:

incisivi mesialis:	6 Seitenkanäle (maximal)	3 blinde Enden.
incisivi lateralis:	7 Seitenkanäle (maximal)	10 blinde Enden.
canini	23 Seitenkanäle (maximal)	3 blinde Enden.
Prämolar I	12 Seitenkanäle (maximal)	5 blinde Enden.
Prämolar II	13 Seitenkanäle (maximal)	24 blinde Enden.
Molares I	9 Seitenkanäle (maximal)	5 blinde Enden.
Molares II	9 Seitenkanäle (maximal)	6 blinde Enden.
Molares III	11 Seitenkanäle (maximal)	10 blinde Enden.

Im U-K fanden W. Meyer und seine Mitarbeiter:

incisivi mesialis:	3 Seitenkanäle (maximal)	2 blinde Enden.
incisivi lateralis:	3 Seitenkanäle (maximal)	3 blinde Enden.
Canini	3 Seitenkanäle (maximal)	3 blinde Enden.
Prämolar I	7 Seitenkanäle (maximal)	4 blinde Enden.
Prämolar II	11 Seitenkanäle (maximal)	5 blinde Enden.
Molares I	10 Seitenkanäle (maximal)	5 blinde Enden.
Molares II	10 Seitenkanäle (maximal)	6 blinde Enden.
Molares III	13 Seitenkanäle (maximal)	2 blinde Enden.

Die dazugehörigen Modelle sind in den Abbildungen 17-24 zu sehen. Die meisten zur Wurzelhaut durchgehenden Kanäle finden sie also in einem Eckzahn (23), die meisten blinden Enden an einem oberen Prämolaren. W. Meyer und sein Mitarbeiter kommen zu dem Ergebnis, daß 70 % der von ihnen untersuchten Zähne, Seitenkanäle aufweisen, die bis zur Wurzelhaut durchgehen. Vergleicht man diese Zahl mit der von Hess und Keller angegebenen 40 % bzw. 45 %, so läßt sich bei der von W. Meyer angewandten Methode ein höheres Maß an Genauigkeit erkennen.

Modelle von Wurzelkanäle der menschlichen Zähne nach der Born'schen Rekonstruktionsmethode erzielt von Wilhelm MEYER in 1:50 Vergrößerung.

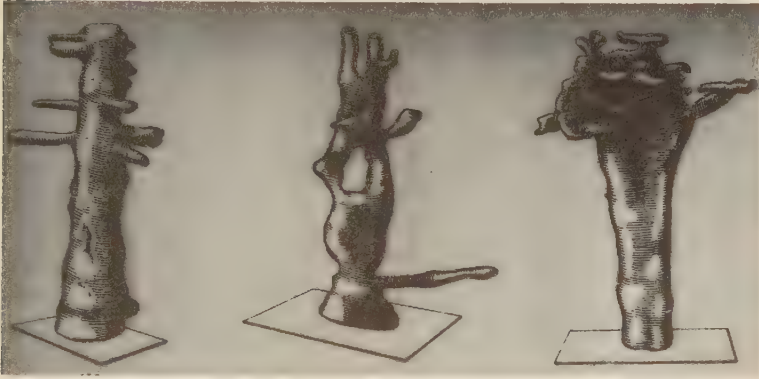


ABBILDUNG 17

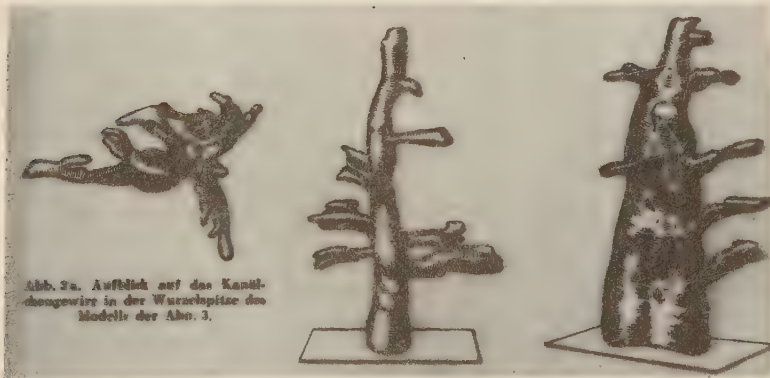


ABBILDUNG 18

Modelle von Wurzelkanäle der menschlichen Zähne nach der Born'schen Rekonstruktionsmethode erzielt von Wilhelm MEYER in 1:50 Vergrößerung.

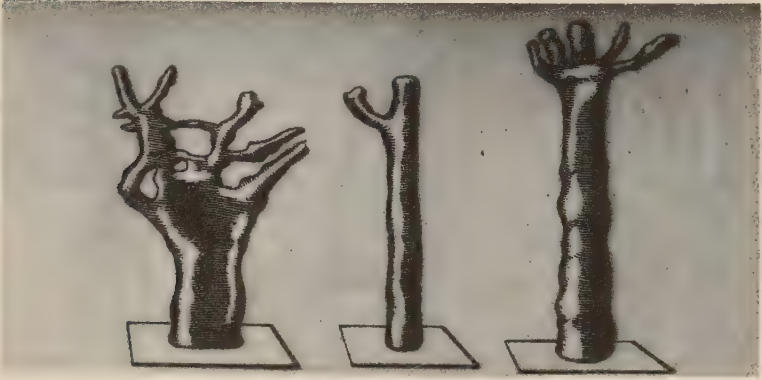


ABBILDUNG 19

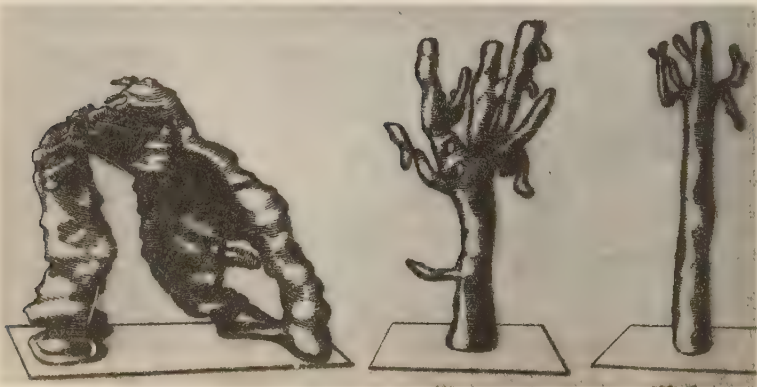


ABBILDUNG 20

Modelle von Wurzelkanäle der menschlichen Zähne, nach der Born'schen Rekonstruktionsmethode erzielt von Wilhelm MEYER in 1:50 Vergrößerung.

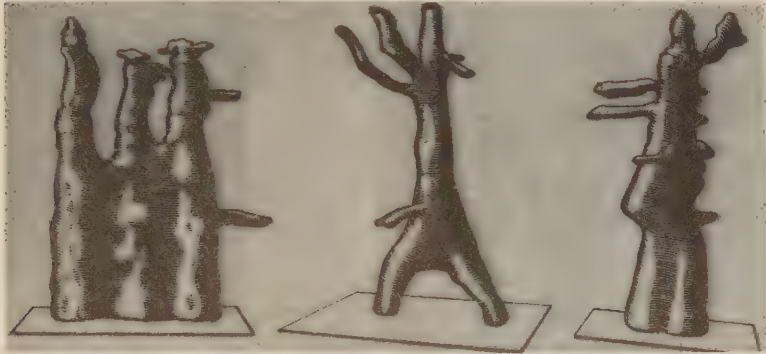


ABBILDUNG 21

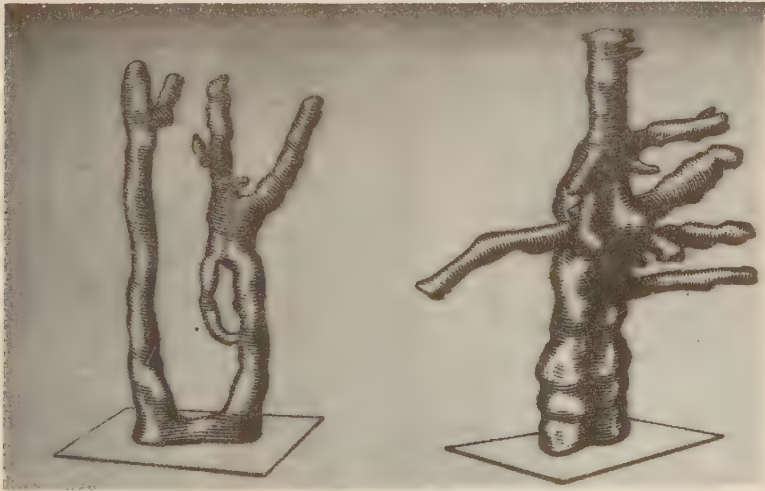


ABBILDUNG 22

Modelle von Wurzelkanäle der menschlichen Zähne, nach der Born'schen Rekonstruktionsmethode erzielt von Wilhelm MEYER in 1:50 Vergrößerung.

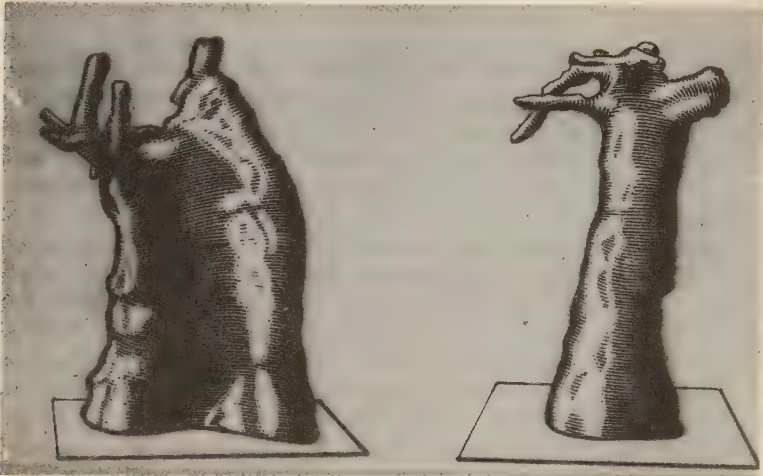


ABBILDUNG 23

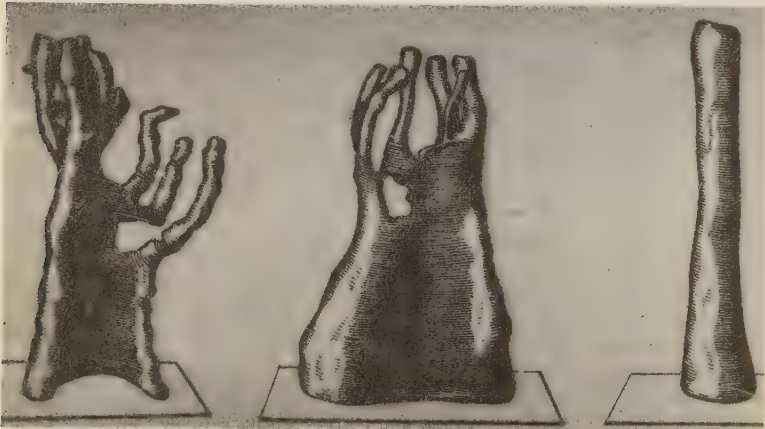


ABBILDUNG 24

1956 machte D. GREEN eine stereomikroskopische Studie über 400 Wurzelspitzen der O.- und U.-Kieferschneidezähne.

1960 erschien nochmals eine weitere Arbeit von Green, wo er 700 Wurzelspitzen von Molaren des O.K. und U.K. mit der gleichen Methode untersuchte. Die folgenden Tabellen geben die Werte der hier interessierenden Ergebnisse wieder.

Zähne	Anzahl der Zähne	Accessorische Foramina					
		Durchmesser	Entführung von Appex	Summe der Zähne in %	ohne Foramen in %	zwei Foramina (der Zähne in %)	3 und mehr Foramina (der Zähne in %)
OK mittlere Schneidezähne	50	0,2	1,6	12	10	2	0
OK seitliche Schneidezähne	50	0,2	2,2	10	6	4	0
OK Eckzahn	50	0,2	1,4	12	6	2	4
UK mittlere und seitliche Schneidezähne	200	0,2	0,4	12	9,5	2	0,5
UK Eckzahn	50	0,2	1,0	10	8	2	0

lassen wir die vorliegenden Ergebnisse und Befunde der einzelnen Autoren zusammen, so ergibt sich:

Ein monotoner unverzweigter Wurzelkanal ist nur in wenigen, hauptsächlich bei jugendlichen Zähnen zu finden.

50 % - 70 % aller Zähne weisen zum Teil vielfältig verzweigte, zur Wurzelhaut durchgehende und auch blind endende Seitenkanälchen auf. Sie sind am häufigsten zwischen den 20. - 40. Lebensjahr anzutreffen. Mit zunehmendem Alter verringern sie sich und können ganz obliterieren.

II. b) Physiologie der Wurzelkanäle

Füllt man den Hohlraum eines Zahnes mit Metall aus, so bekommt man im Großen und Ganzen den verjüngten Maßstab des Zahnes wieder. Daß der Hohlraum des Zahnes jedoch nicht so unkompliziert ist und ein monotones Rohr darstellt, konnte bereits PREISWERK feststellen. Er fand bei seiner Untersuchung ein reichverästeltes, anastomosierendes Kanalsystem, das sich bei den Metallkorrosionspräparaten als ein dünnes, zartes Metallgeflecht darstellt.

Fischer, Hess und besonders Wilhelm Meyer mit der Rekonstruktionsmethode, zeigten, daß am Zahn des Erwachsenen die Aufgabelungen und Seitenkanälchen am Regio apicale die Norm, der monotone Kanal in Form eines Schlauches die Seltenheit ist.

Nach Fischer besitzt das Pulpengewebe am Foramen apicis dentis, kurz vor dem eigentlichen Wurzelende, die Tendenz, sich büschelartig unter Erhaltung eines mehr oder weniger zentralen Hauptganges, aufzulösen. Das Problem der Anatomie der Wurzelkanäle ist vor allem darum so kompliziert, da jeder Wurzelkanal altersbedingten physiologischen Veränderungen unterliegt. So ist beim Durchbruch der Zähne die Entwicklung der Wurzel noch nicht soweit, daß man von einem Foramen apicale sprechen kann. Wir finden in dieser Zeit noch einen vollkommen voluminösen Wurzelkanal und einen offenen Übergang in die Kronpulpula. Der innere Bau des Kanals weist noch keine große Aufgliederung auf. Nach Ansicht von Fischer aber, beginnt die normale Differenzierung der Wurzelkanäle schon frühzeitig, sie soll schon bei der Bildung der Wurzel einsetzen und im geringeren oder höherem Grade durch verschiedenartige physiologische Wachstumsprozesse beeinflußt werden.

Er führt hierüber aus: "Der an der Basis breit angelegte Zahnkeim beginnt das Wurzelwachstum in das Endstadium einzuleiten, sobald seine Spitze das Epithel der Mundschleimhaut durchbrochen hat. Während die Krone durch allmähliches Wachstum ihren Platz in der Mundhöhle einnimmt, wird die Solidierung der Wurzel durch Dentin und Zementgewebe gefördert. Zunächst stellt die junge Wurzelspitze noch ein weites geräumiges Foramen dar und es scheint als ob sich dieses zu verengen beginnt, sobald die Entwicklung die Hauptmasse des Zahnes beendet hat. Mit diesem Verengungsprozeß bilden sich die vielen Verästelungen, so daß wir diese als Überbleibsel dieses Entwicklungsstadiums ansehen können. Die fieberhafte Tätigkeit der jungen Odontoblasten und Pulpafibrillen geht in ein gemäßigtes Tempo über, und die Pulpa des Kronenteils kommt mit geringeren Ansprüchen an Ernährung aus. Der Schwerpunkt des Wachstums wird auf das untere Wurzelgebiet verlegt, wo es zu allmählicher Verdrängung des Pulpagewebes durch Ausbreitung der Hartsubstanzen speziell Dentis und Zement kommt. Der Anbau derselben kann, wie schon angedeutet mehr oder weniger unregelmäßig erfolgen und zwischen junggebildeten Dentinkanälchen wird der Pulpastrang in

kanalartiger Ausläufer geteilt. Es bleibt nur bei der Bildung von büschelartigen Ausläufern, wenn der Obliterationsprozeß nicht weiter fortschreitet, während andernfalls durch fortgesetzte Verkalkung des Gewebes ein Kanal nach dem anderen verschwindet, bis auf einen oder mehrere verästelte Zweige, durch welche die Ernährung der Zahnpulpa erfolgt.

Mit den fast soliden Obliteration seniler Zähne kann die Physiologische Wirkung die höchste Stufe ihrer Vollkommenheit erreichen. Solange das Foramen apicale nicht geschlossen ist, treten die feineren Verästelungen der Pulpa und somit der Wurzelkanäle nicht auf".

Dies bestätigt auch Hess, der wie schon gesagt, sein Untersuchungsmaterial nach Altersgruppen gruppiert hat. Nach Hess sind bei den meisten Zahngattungen von 12. - 20. Lebensjahr nur wenig

von 20. - 40. Lebensjahr die meisten apicale
Verzweigungen,

von 40. - 55. Lebensjahr die wenigsten festzu-
stellen. Insbesondere gilt dies bei

den einwurzeligen Zähnen, während die mehrwurzeligen Zähne eher eine Vermehrung der apicalen Verzweigungen aufweisen. Man kann daraus schließen, daß die physiologische Anbildung vom Dentin in den einwurzeligen Zähnen etwas rascher eintritt, als in den mehrwurzeligen. Hess sagt, daß seine Ergebnisse nur relativer Art sind, da sehr große Variationen in einzelnen Altersperioden bestehen. Die große Zahl des untersuchten Materials läßt jedoch seine Zahlenangaben als Annäherungswerte an die wirklichen Verhältnisse erscheinen.

Th. E. de Jounge bemerkt zu dem Problem den Einfluß des Alters auf Form und Verlauf der Wurzelkanäle im Zusammenhang mit der Hess'schen Altersgruppeneinteilung. "In kurzer Zusammenfassung besagt diese Einteilung, daß die beschriebenen Strukturdetails im jugendlichen Alter, also noch bevor das Foramen apicale seine endgültige Form hat, fast ganz fehlen. Erst später gesellt sich die fortschreitende Teilung des Wurzelkanals mit der Bildung von Seitenkanälen und Anastomosen hinzu. Im späteren Alter wird die zunehmende Dentinapposition nicht nur diese Strukturdetails zum Verschwinden bringen, sondern auch der Wurzelkanal selbst wird obliterieren können.

Dieser Vorgang ist auch deshalb so interessant, weil er uns illustriert, wie die von Odontoblasten besorgte Zahnbeinbildung kontinuierlich fortschreitet. Dies ist auch der Fall, wenn der Zahn schon sein volles Wachstum erreicht hat, nur vollzieht es sich träge und langsam. Anschließend geht die Entwicklung unseres Gebißes kaum merkbar in eine regressive und senile Entwicklungsfaser über".

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der von der Pulpa ausgefüllte Hohlraum des Zahnes im wesentlichen ein verkleinertes Abbild der äußeren Form des Zahnes darstellt. Der im jugendlichen Organismus breit angelegte und voluminöse Wurzelkanal kann durch Anbau von

neuem Dentin verengt werden, der Kanal ist kein einheitliches Dauer-
gebilde. Seine Form und sein Verlauf können durch zunehmendes Alter
und physiologische Einflüsse kompliziert werden. Es kann zu delta-
förmiger Aufspaltung vom Foramen apicis dentis, zu Seitenkanäle,
Querbrückensysteme und Dentikelbildungen kommen. Diese Differenzie-
rungen des Wurzelkanals treten am häufigsten zwischen dem 20. und
40. Lebensjahr auf. Mit zunehmendem Alter kann der Wurzelkanal be-
sonders bei den einwurzeligen Zähnen durch erhöhten Hartgewebeanbau
völlig obliterieren.

III. Die Gefäßversorgung der Pulpa und ihre Variationen

Die Gefäße der Zähne und ihre Umgebung fallen in das Verzweigungsgebiet der Aterie maxillaris interna. Es stammen sowohl die den Oberkiefer versorgende A. alveolaris maxillaris posterior et anterior, als auch die den Unterkiefer versorgende A. mandibularis, von der A. maxillaris interna. Diese Arterien senden kleinere Zweige zu den Zähnen und ihre Umgebung. Man kann diese feinen Gefäße in zwei Gruppen einteilen:

Die 1. Gruppe erfaßt die Interalveolargefäße

Die 2. Gruppe die der Aa. dentales.

Die Interalveolargefäße sind relativ kräftig. Sie verlaufen in den interalveolarsepten gegen den Rand des Alveolarfortsatzes zu. Auf ihrem Wege geben sie zahlreiche kleine Äste ab. Am Rand treten mehrere Zweige durch kleinere Öffnungen des Knochens an die Oberfläche und zweigen sich im Zahnfleisch auf, man hat sie als Rr. perforantes gingivales bezeichnet. Die Interalveolar Arterie gibt auf ihrem Wege mehrere kleine Äste ab, die durch die Öffnungen der seitlichen Alveolenwand in die Wurzelhaut gelangen. Man bezeichnet sie als Rr. alveolares perforantes. Die Aa. dentales sind zartere Gefäße, als die interalveolar Gefäße. Sie treten ein oder mehrzählig durch das Foramen apicale bzw. Ramifikatio apicalis in die Pulpa des Zahnes (Abb. 25-27).

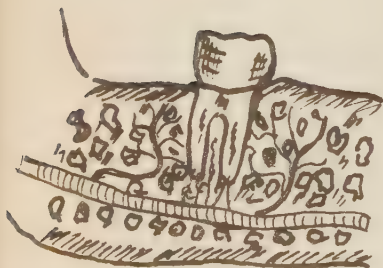


ABBILDUNG 25

Molar mit eintretenden Aa. dentales, rechts und links A. interalveolars

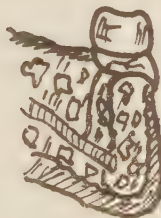


ABBILDUNG 26

A. interalveolaris in die Gingiva eintretend

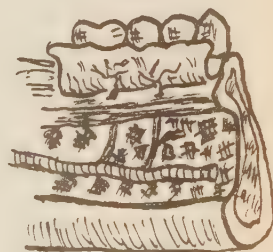


ABBILDUNG 27

Aa. interalveolaris aus dem Knochen heraus tretend nach Anastomosenbildung mit den Schleimhautgefäßen

Über das übliche Verhalten der Gefäßversorgung im Kiefergebiet und speziell über die Pulpagefäße liegen eine Reihe von Untersuchungen vor. Sie wurden in der Hauptsache an Tieren vorgenommen und stammen von Höhl, Walkhoff, Wedel, Kölliker, v. Metnitz, v. Ebner, G. Schweitzer, de Saran, Lepkowski, Satao Hayashi. In den einschlägigen Lehrbüchern findet man allerdings fast durchweg die spärliche Angabe, daß die Pulpa durch das foramen apicale von den Aa. dentales versorgt wird. Aus den vorhergehenden Kapiteln sehen wir jedoch, daß der Wurzelkanal nicht wie ein unkompliziertes einförmiges Rohr an der Wurzelspitze als foramen apicale endet. Vielmehr weisen Kanal und Pulpa in der Regio apicalis einen komplizierten Bau auf. Durch physiologische Vorgänge entstehen im Laufe des Lebens, zahlreiche apicale Verzweigungen, Seitenkanäle an der Wurzelspitzengegend. So läßt sich von einer Gleichmäßigkeit der Pulpa und Apex nicht sprechen. G. Fischer bemerkt dazu: "Bei unserer zivilisierten Menschheit gibt es keine Gleichmäßigkeit der Pulpa, denn ihre Gestaltung wird im Laufe des Lebens durch die Artikulation infolge der Zusammenhänge mit dem Organismus ständig verändert".

Im jugendlichen Alter finden wir in den meisten Fällen einen voluminösen Wurzelkanal mit einer gleichmäßigen Pulpa und ein offenes foramen apicale.

In diesem Entwicklungsstadium zeichnet sich die Umgebung des Zahnes durch sein Gefäßreichtum aus. Besonders gilt dies für das periostale Gewebe, das auch Gefäße in die Pulpa abgeben kann. Die eigentlichen Versorgungsgefäße der Pulpa, die Ateriea dentales gelangen durch das in dieser Zeit noch weit offene foramen apicale in die Pulpa des Zahnes. Es ziehen relativ große Gefäße bis in die Kronenpulpa hinauf, wobei von kleineren Seitenäste zur Wurzelkanalpulpa abgeben. In der Kronenpulpa kommt es zur baumartigen Auflösung des Gefäßgefüges. Die dabei entstehenden kleinen Kapillaren versorgen die Pulpa geflechtartig. Sie gelangen bis zur Peripherie. Sie erreichen auch die Schicht der Odontoblasten.

Zu diesem Zeitpunkt, im jugendlichen Entwicklungsstadium, ist die Kronenpulpa sehr gefäßreich. Das ist verständlich, da ja Dentinbildung im Gange ist. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Gefäßsystem sich als wichtiger Faktor bei gesteigerter Funktion, die in diesem Falle durch die Bildung des Dentins gegeben ist, erweist.

Erst mit zunehmendem Alter in der die Kronenpulpa mit geringerer Ernährung auskommt, wird der Schwerpunkt des Wachstums auf das untere Wurzelgebiet verlegt. Das foramen apicale beginnt sich zu verengen und es wird durch Ausbreitung der Hartsubstanzen, speziell von Dentin und Zement das Pulpagewebe allmählich verdrängt. Der Anbau dieser Hartsubstanzen kann mehr oder weniger unregelmäßig erfolgen, der Pulpastrang mit seinen Gefäßen in kanalartige Ausläufe geteilt werden. So entstehen die vielgestaltigen Verästelungen und Seitenkanälchen an der Wurzelspitze.

Dieser Vorgang ist am häufigsten zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr zu beobachten. Wir haben also am foramen apicale keine einfache strangartig endende Pulpa; es weist diese hier vielmehr an der Wurzelspitze einen recht komplizierten Bau auf.

Es liegt die Schlußfolgerung nahe, daß die zahlreichen Seitenkanälchen, deren Existenz an der Wurzelspitze erwiesen ist, auch zu- und abführende Gefäße enthalten.

So weist tatsächlich schon im Jahre 1880 de SARRAN in einem Artikel über Blutgefäße der Zahnwurzeln darauf hin, daß neben den Hauptgefäßen zahlreiche kleinere Gefäße vorhanden sind, die seitlich durch die Wurzel in die Pulpa gelangen. Er schreibt: "ich habe bei Menschen und Säugetieren eine anatomische Besonderheit beobachtet... Dies sind Gefäße die das Zement und das Dentin durchdringen und sich in die Pulpa begeben.

... diese Gefäße existieren immer. Sie gehen aus von Gefäßzweigen, die sich in der Wurzelhaut befinden, die das Kiefer mit dem Zahn verbindet. Sie dringen durch das Zement und das Dentin um in der Pulpahöhle die großen Gefäße zu bilden, die sich längs ihrer inneren Seite erstrecken. Sie sind sehr zahlreich, können 8-10 auf jeder Seite betragen und liegen 2-3 mm von der Wurzelspitze entfernt".

E. ZUCKERKANDL, bestätigt, das Eindringen von Gefäßen aus der Wurzelhaut in das Dentin. Es ist ihm aber nicht möglich gewesen, ihren Verlauf bis zur Pulpa zu verfolgen.

SALTER und v. EBNER, bestätigen, das Vorkommen von Gefäßen in Haver'sche Kanäle oder Lamellensysteme. Unter diesen Gefäßen gibt es auch solche, die das Dentin durchsetzen und bis zur Pulpa gelangen. Dagegen bestreiten diese Autoren die Annahme de SARRANS, daß die Hauptblutversorgung vom Perodontium her erfolgt.

G. SCHWEITZER, bestätigt in einem Artikel, die Befunde der obengenannten Autoren. Er schreibt: "Zunächst muß ich nach meinen Präparaten die häufig relativ sehr bedeutende Zahl der in die Wurzeln eintretende bzw. dieselben verlassenden Gefäße schärfer als dies bisher in der Literatur geschehen ist, hervorheben. In Längsschnittserien durch die Wurzel sehe ich in einem einzelnen der das foramen apicale enthaltende Schnitte die im foramen dicht zusammengedrückte Gefäße fächer- oder strahlenartig sich ausbreiten. In einem ca. 300 μ dicken Längsschnitt zähle ich etwa 16 solcher Stämmchen an einer einzelnen Molarenwurzel. Interessante Bilder bieten Querschnittserien derjenigen Schnitte, welche, das die Wurzelspitze umgebende Gewebe, unmittelbar am Apex treffen.

In einem dieser Schnitte zähle ich bei einem unteren Caninus etwa 35 einzelne Blutgefäßquerschnitte. Selbst noch innerhalb des Wurzelloches in dem Endabschnitt des Wurzelkanals, der nach Aufhören des Dentins nur noch in Zement verläuft, biegen bereits Gefäße zum Teil erhebliche Zahl, stumpf oder aber auch rechtwinkelig von den Pulpa-

gefäßen ab, um seitlich durch das Zement hindurch die Wurzelhaut zu erreichen".

Vereinzelt konnte Schweitzer auch weiter kronenwärts ähnliche Gefäßverhältnisse beobachten. Auch G. Fischer betont in seiner Arbeit über die Anatomie der Wurzelkanäle, daß die von ihm gefundenen Seitenkanäle in der Regel gefäßführend sind. Hayashi Satao, berichtet in seiner Arbeit "Untersuchungen über die arterielle Blutversorgung des Periodontium" ebenfalls über solche Seitengefäße. Er nimmt aber, wie LENHOSSEK an, daß es sich dabei um Venen handelt.

J. MÜNCH, bestätigt in einer Arbeit über "Sinnes physiologische und histologische Untersuchungsergebnisse menschlicher Zähne" die Resultate von Schweitzer. Er schreibt "Die Angaben der Autoren über die Zahl der in das foramen apicale eintretende Gefäße und Nerven sind nicht einheitlich ...

Wir sehen dem mit Osminium - Tannin gut gefärbtem Präparat eine Reihe von Arterien und Venen. Die Zählung im Mikroskop ergab, das Vorhandensein von etwa 8 Arterien und 7 Venen.

Diese Anzahl ist aber nicht konstant, sondern ist bei den einzelnen Zähnen recht verschieden, so daß die Ansicht Schweitzers, welcher in einem einzigen Querschnitt bis zu 35 zu- und abführende Gefäße zählen konnte, wohl mit Recht besteht".

Auch STEINHARDT, berichtet 1935 in einer großen Arbeit über "Die Gefäßversorgung des gesunden, kranken und zahnlosen Kiefers "von histologisch nachweisbaren seitlichen Pulpaversorgungsgefäßen".

Ausgehend von der Fragestellung, ob es morphologisch faßbare Gefäßbefunde im Zahn-Kiefergebiet gibt, die als ein weiterer Beweis der funktionellen Zusammengehörigkeit des parodontalen Gewebes gelten könnten. Steinhardt schreibt darüber folgendes: "Aus tangentialen und Querschnitten geht hervor, daß schon von den apicalen parodontalen Knochen-Markräumen aus Gefäße in wechselnder Anzahl in den Parodontalspalt einmünden und sich hier weiter nach dem marginalen Parodontium zu aufteilen. Diese Gefäße sind in ihrer Größe jenen gleichzusetzen, die vom weiter marginal gelegenen parodontalen Knochen als Rami perforantes alveolaris in den Parodontalspalt eindringen. Außerdem ist festzustellen, daß ein oder öfter mehrere meist größere Gefäße dieser Gruppe durch den apicalen Zahnwurzelteil eindringen um die Pulpa zu versorgen.

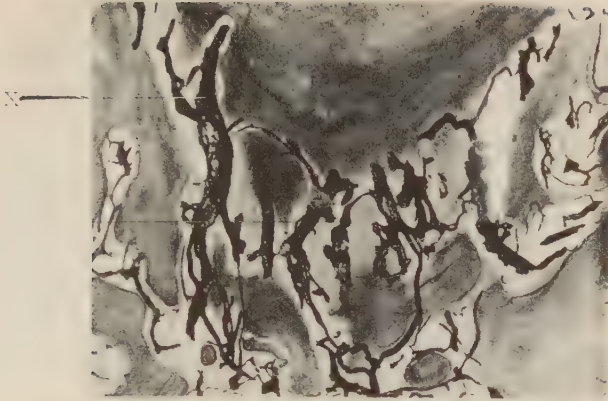


ABBILDUNG 28

Von den Paradentalspalt aus in die Zahnwurzel eindringendes Pulpavergangsgefäß (X) (nach Steinhardt).

Hayashi Satao und auch Lenhossek, halten diese Seitengefäße für Venen. Steinhardt stellte aber bei seinen Untersuchungen fest, daß es sich um Arterien handelt. Er läßt aber die Möglichkeit zu, daß gemeinsam mit den Arterien auch Venen verlaufen können.

Steinhardt hat auch eine Erklärung über die Herkunft der Gefäße, die die Pulpa durch die Seitenkanäle erreichen. Im jugendlichen Alter haben wir einen voluminösen Wurzelkanal mit einem noch nicht geschlossenen foramen apicale. Auf das große Gefäßreichtum in diesem Entwicklungsstadium ist schon hingewiesen worden. Es existieren mehrere Stammgefäße die die Pulpa versorgen. Erst mit höherer Differenzierung des apicalen Wurzelteils, kommt es zur Beschränkung der Pulpagefäßversorgung.

Die ursprünglich in Mehrzahl vorhandene pulpaversorgende Stammgefäße werden also auf eine zuführende Arterie reduziert. Steinhardt schreibt dazu: "Tritt die Gefäßentwicklung in dieser Richtung aus irgendwelchen Gründen nicht ein, dann werden mehrere solche Stammäste persistent bleiben, es ist ja eine Erfahrungstatsache, daß Hart substanzneubildungen Gefäßstränge respektieren, d.h. das solche persistente Gefäße in Hartsubstanzkanälen ihre Funktion vollauf weiter erfüllen können".

An Hand seiner histologischen Präparate konnte Steinhardt auch den Nachweis führen, daß es sich bei den Gefäßen ihrer Funktion nach um pulpaversorgende Arterien handelt, die von Venen begleitet sein können.

Später beschäftigte sich G. FISCHER in seinem Buch über "Normale und pathologische Biologie des Zahnsystems" nochmals mit den, besonders am apicalen Bezirk häufig anzutreffenden, Verästelungen und den gefäßführenden Seitenkanälen.

Fischer schreibt über den apicalen Bezirk der Wurzeln: "Hier sieht man neben reich verästelten Dentinregionen oft lange Gänge mit Gefäßen, die der besseren Versorgung dieses Gebietes dienen. Auch Seitengänge zwischen Pulpa und Wurzelhaut sind stets mit Gefäßen besetzt. Siehe Abb. 29 und 30.

Die Hartgewebe werden ausschließlich durch das Gefäßsystem ernährt, das dort, wo es die Stabilität des Gewebes zuläßt, auch Kapillaren besitzt, während die Hauptversorgung im organischen Substrat durch die plasmagefüllte Retikulinfasern erfolgt (Schmelzzement).

Während des Lebens kann sich aber dieses Verhalten ändern, wenn z.B. bei stürmischer Anlage sekundären Dentins Kapillaren tief in dasselbe eindringen und vom Prädentin umwachsen werden. Dann entsteht ein Sekundär-Dentin mit Gefäßgängen".

Fischer sieht es als erwiesen an, daß die Pulpa mit der Wurzelhaut durch die seitlichen Gefäßgänge in Verbindung steht. Auch wurde die funktionelle Zusammengehörigkeit des paradentalen Gewebes bewiesen. Von größter Wichtigkeit ist es ferner, sich über den Wert dieser meist gefäßführenden Seitenkanäle im Wurzelspitzenraum klar zu werden. Fischer sagt, daß die Frage nur von biologischen Gedankengängen aus beantwortet werden könnte. Die Wurzelspitze des Zahnes benötigt nämlich eine besonders gute Ernährung und sei daher, in ihrem verzweigten Aufbau auch durch reichliche Blutversorgung gekennzeichnet.

Er schreibt: "In der Tat finden wir an der Wurzelspitze der Zähne die reichsten Gefäßnetze und eine sehr enge Verbindung durch Kanälchen zwischen Wurzelhaut und Pulpa; die Wurzelhaut ist es ja schließlich, welche allein den Zahn noch jahrelang in der Alveole erhalten kann, selbst wenn die Pulpa zugrunde gegangen ist. Die biologische Forschung hat somit gerade bei der feineren Verästelung der Pulpa eine besondere Bedeutung. Selbst am Zement der Wurzelspitze sehen wir die gleichen Zustände durch gefäßführende Gänge als Ausdruck der höheren Leistungsfähigkeit dieses Gewebes".

1956 erschien die Arbeit von H. RUSSEL und KRAMER über "Beobachtungen an der Blutgefäßaufbau der Dental Pulpa". Diese beiden Autoren untersuchten teils kariöse, teils nicht kariöse bleibende Zähne, sowie Milchzähne. Sie konnten beobachten, daß bei bleibenden Zähnen: "... oft zahlreiche laterale Kanäle sind, die die Wurzelhaut mit der Pulpa zusammenbinden; die erhalten ein paar Gefäße, ein großes und ein kleines".

1960 erschien von KRAMER nochmals eine Arbeit mit dem Titel "Der Gefäßaufbau der Human Dental Pulpa". Er wendet bei seiner Untersuchung eine neue Methode an, weil nach seiner Ansicht die konventionel-



ABBILDUNG 24

Typische Ramifikation der Wurzelspitze (nach G. Fischer) mit Gefäßgängen



ABBILDUNG 30

Gefäßhaltige Ramifikationen an der Wurzelspitze (nach G. Fischer)



ABBILDUNG 31

Die Wurzelhaut und Pulpa verbindene Seitenkanal (nach G. Fischer)

len histologischen Schnitte nicht den nötigen Aufschluß über die Vascularisation der Zahnpulpa geben würden. Er fotografiert eine Serie von überdeckender Felder nach Art der Luftaufnahme und setzt sie dann zusammen, dadurch glaubt er die wirklichen Verhältnisse besser darzustellen.

In Bezug auf die gefäßführenden Seitenkanäle konnte er folgendes beobachten. "Während die Arterien und Venen die Pulpa via apicale foramina betreten und verlassen, ist es nicht ungewöhnlich, besonders in mehrwurzeligen Zähnen, daß man Hauptgefäße in anderen Situationen findet. Besonders in den Gegenden der Bifurcation und Trifurcation sind große Gefäße zu finden, die durch das Wurzelkinn verlaufen und einen Wurzelkanal versorgen manchmal mehr beiträgend zu dem Wurzelkanalsystem als die Gefäße die durch das foramen apicale eintreten (Abb. 32).

Kleine Gefäße, die zwischen Wurzelkanal und Periodontalmembran verlaufen sind verhältnismäßig häufig. Fast immer bestehen diese Verbindungen aus einer Arterie und einer Vene, aus einer großen und einer kleinen".



ABBILDUNG 32

Bild Nr. 9: Sechs Gruppen von Blutgefäßen verbinden die Pulpa mit der Wurzelhaut

Bild Nr. 10: Stärkere Vergrößerung eines Teiles von Bild Nr. 9
(nach I. Kramer)



ABBILDUNG 33

Die Pulpa und Wurzelhaut verbindender gefäßführender Seitenkanal (aus dem "Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde" von Walkoff-Hess).

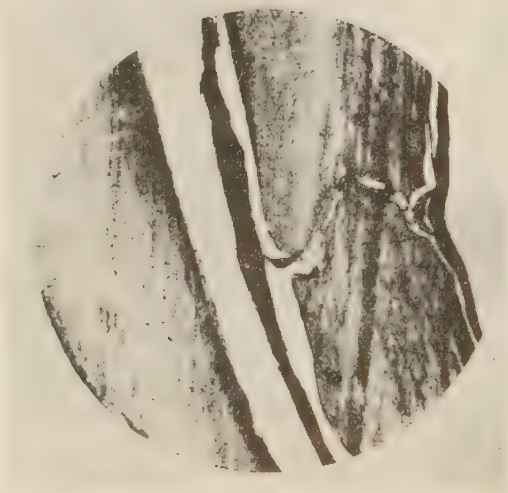


ABBILDUNG 34

Ein gefäßführender Seitenkanal (aus dem Buch von J. Münch "Pulpa und Wurzelbehandlung").

B.

I. Die Beziehung der gefäßführenden Seitenkanäle zur Zahnerhaltung nach Verletzungen und Erkrankungen der Zähne

Der die Pulpa beinhaltende Wurzelkanal stellt nicht einfach ein unkompliziertes glattwandiges Rohr dar, er weist vielmehr besonders im apicalen Bereich zahlreiche Verästelungen und Seitenkanäle auf, die eine Verbindung zwischen Pulpa und Wurzelhaut darstellen und in der Regel gefäßführend sind. Siehe Abb. 28-34.

Die Blutversorgung der Pulpa erfolgt also nicht nur ausschließlich durch das eigentliche Foramen apicale. Sie kann große Variationen hinsichtlich der zu- und abführenden Gefäße aufweisen, wie die Arbeiten von DE SARRAN über SCHWEITZER bis RUSSEL und KRAMER es bestätigen, daß die Zahl der Gefäße die durch die Seitenkanäle in die Pulpa gelangen relativ häufig besonders bukkal und lingualwärts vorkommen, die außerdem die Wurzelhaut mit der Pulpa verbinden können. WEDL, und insbesondere SCHWEITZER konnten in der Wurzelhaut Gefäßkanäle und Kapillarschlingenbildungen beobachten. Sie lassen diese Tatsache einer mechanischen Bedeutung zukommen. Diese Tatsache kann für den Zahn nach Verletzung oder, die durch andere Insulte hervorgerufener Erkrankung von Bedeutung sein.

Obwohl auch der Zahn und seine Weichgewebe den üblichen Gesetzen der Pathologie unterliegen, so nehmen beide im Organismus doch eine Sonderstellung ein. Das ergibt sich schon aus der Tatsache, daß die Entzündung der Pulpa gewöhnlich mit dem Untergang endet; denn es fehlt ihr ein kollateraler Kreislauf fast ganz, der dabei ausgleichend wirken könnte.

Als Ursache für die Entzündung und Erkrankung der Pulpa kommen verschiedene Faktoren in Betracht.

1. Infektiös toxische
2. Traumatische
3. Thermische
4. Chemische
5. Unbekannte Faktoren

Die häufigste Form dürfte wohl die durch Karies hervorgerufene Infektiöse toxische sein. Die Entzündung kann, wenn ihr nicht rechtzeitig durch geeignete Maßnahmen entgegengetreten wird, zum Verlust des Zahnes führen. Unter ihnen steht die sogenannte Wurzelbehandlung voran und kann den erkrankten Zahn am ehesten vor der Extraktion bewahren.

Bei der Wurzelbehandlung soll das erkrankte Pulpagewebe aus dem Kanal entfernt bzw. der infizierte Kanal soweit als möglich aseptisch

gemacht werden, um dann mit einem geeigneten Füllungsmaterial abgefüllt werden. Das Kriterium jeder erfolgreichen Wurzelbehandlung ist aber nicht die alleinige Versorgung des Hauptkanales, sondern auch die Befreiung aller gleichweise betroffenen Seitenkanäle von entzündlichen bzw. nekrotischen Zahnmark.

In Kenntnis der Tatsache, daß Seitenkanäle der Zähne vorkommen bei 50-60 %, die in der Regel gefäßführend sind, und mit der Wurzelhaut in Verbindung stehen, stellt sich die Frage, ob eine Wurzelbehandlung überhaupt ein Erfolg beschieden sein kann. Diese Frage ist umso mehr berechtigt, als es mit dem zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten es schwerlich gelingen dürfte, krankes Pulpagewebe aus den Seitenkanälen zu entfernen, um bestehende Infektionen der gefäßführenden Kanäle zum Erlöschen zu bringen.

Bei der Sichtung der einschlägigen Literatur stößt man auf verschiedene Meinungen. So ist es vor allem W. MEYER, der auf Grund seiner Rekonstruktionen von dem Bau der Wurzelkanäle, den Erfolg der Wurzelbehandlung skeptisch gegenüber steht. Er schreibt: "... nun haben wir gezeigt, daß die Verzweigungen des Wurzelkanals im Apex häufiger und weit komplizierter sind, als man seither angenommen hat. Einen solchen Labyrinth gegenüber ... müssen alle Manipulationen von der Krone her von vornherein als zwecklos erscheinen".

Dieser Autor bezweifelt grundsätzlich, daß ein bakteriendichter Kanalabschluß möglich ist. Er meint, daß bisher noch niemand den überzeugenden Beweis erbracht hat, daß der Wurzelkanal mit seinen Seitenkanälen sterilisierbar ist.

Betrachtet man das Problem nur von der anatomischen, - histologischen und bakteriologischen Seite, so muß man W. MEYER beipflichten. Man muß zugeben, daß man bei der Wurzelbehandlung nur den Hauptkanal nicht aber die Seitenkanäle abfüllen kann, die die Infektion der Pulpa weiterleiten und zur Erkrankung der Umgebung des Zahnes führen können.

Eine solche Betrachtung der Dinge, ist aber sicherlich zu einseitig. Zweifellos erfordert das ganze Problem der Versorgung des Wurzelkanales eine komplexe biologische Beurteilung. Dabei dürften vor allem die körpereigenen Abwehrkräfte eines gesunden Organismus nicht außer Acht gelassen werden, ohne die jedes zahnärztliche Tun wohl immer als vergeblich angesehen werden muß. Ist es doch sicher, daß die Behandlung pulpitischer und gangränöser Zähne in vielen Fällen von Erfolg gekrönt ist. Jahrelange Erfahrungen haben gezeigt, daß die Wurzelbehandlung sachgerecht durchgeführt, einer Pulpitis fast immer günstig verläuft. Offenbar kommt es dann im Apexbereich zu einer Hartgewebe Apposition, die zum Verschuß von Seitenkanälen führt und den Infektionsweg zur Wurzelhaut verschließt.

In der Literatur kann man mehrere Hinweise für dieses Verhalten finden. So berichtet unter anderem KETTERL in seiner Arbeit "Histologische

Untersuchungen über die Behandlung der Pulpitis mit Hilfe der Querschnitts-Meß-Technik nach A. Mayer, über die Hartgewebsablagerung am Apex. Er stellt fest, daß nach einer Reaktionszeit von etwa einem Jahr ein Zementverschluß am Apex möglich ist und somit durch die Wurzelbehandlung eine geschlossene Zementwurzelhautdecke am Apex erreicht werden kann. Zu ähnlichen Auffassungen kommen auch E. SCHÖNHERR und K. H. BRAUNER. Sie berichten über histologische Befunde an pulpitischen Zähnen, die mit einem bestimmten Wurzelfüllungsmaterial behandelt wurden. Sie stellen an Hand histologischer Schnitte fest, daß bei sachgemäßer Wurzelbehandlung die gefäßführenden Seitenkanäle obliterieren können. Sie zeigen, wie in einzelnen Kanälen Pulparestes und kleinere Blutgefäße frei von Nekrose und Entzündungszellen sind, und der Periapex völlig frei erscheint. Man kann also feststellen, daß die Existenz der gefäßführenden Seitenkanäle den Heilungsvorgang nach einer Wurzelbehandlung bei einem pulpitischen Zahn prinzipiell nicht vereiteln.



ABBILDUNG 35

Histologisches Bild von Schönherr und Brauner; es zeigt obliterierte Seitenkanäle, die vereinzelt auch Blutgefäße führen.

Wie steht es aber mit dem gangränösen Zahn und in wie weit nehmen die vorhandenen Seitenkanäle Einfluß auf Erfolg und Mißerfolg bei der Behandlung solcher Zähne. Ganz allgemein wird man wohl zugeben müssen, daß man wohl nie einen solchen Zahn in situ sterilisieren und mit allen seinen Seitenkanälen abfüllen kann. Trotzdem wird man die Forderung von W. Meyer auf Grund dieser Tatsache unter solchen Umständen alle konservativen Maßnahmen zu unterlassen nicht ganz akzeptieren können. So konnte E. LÖRINCZY-Landgraf und G. PALOCZ in einer umfangreichen Arbeit zeigen, daß ein großer Prozentsatz der gangränösen Zähne trotz Seitenkanäle und Ramifikationen heilbar ist. Sie haben sich als Aufgabe gestellt, einwurzelige gangränöse Zähne zu erhalten. Es wurde eine große Anzahl von Zähnen behandelt und in 72 % der Fälle ein positives Ergebnis erzielt. Vergleicht man diese Zahl mit der von verschiedenen Autoren angegebenen Prozentzahl über das Vorhandensein der Seitenkanäle, kann man zu der Schlußfolgerung kommen, daß die Seitenkanäle an der Erfolglosigkeit einer Gangränbehandlung grundsätzlich nicht Schuld sein kann. Ich konnte in der Praxis auch mehrere Fälle beobachten und verfolgen. Es waren teils offene, teils geschlossene Gangränfälle, die wir behandelt haben. Nach fachgerechter Aufbereitung des Wurzelkanals wurden sie mit dem Wurzelfüllungsmaterial N_2 abgefüllt und mit einem Silberstift versehen, um eine bessere Wandständigkeit zu erreichen. Bei Röntgenkontrolle nach 1-2 Jahren konnte festgestellt werden, daß die periapicalen Veränderungen weitgehend ausgeheilt waren. Würde das periapicale Gewebe nach einer Wurzelbehandlung über die Seitenkanäle infiziert bleiben, so könnten die pathologischen Veränderungen am Apex nicht ausheilen. Daß also die Seitenkanäle an Mißerfolgen nicht grundsätzlich Schuld sind, kann durch solche Einzelfälle ohne weiteres erwiesen werden. Man kann in seltenen Fällen sogenannte Seitengranulome an Zähnen beobachten, die sich an der Austrittsstelle der höher gelegenen Seitenkanälen bilden. G. PALOCZ berichtet, daß er bei 1560 Zähnen 15 Seitengranulome gefunden hat, die nach Versorgung des Hauptkanals ausgeheilt sind.

Er schreibt: "Würde eine Ramifikation den Heilungsvorgang prinzipiell vereiteln, so könnte ein Seitengranulom, das an dem Foramen eines unversorgten Seitenastes sitzt, nach der fertiggestellten Füllung des Hauptkanals nicht ausheilen". Auch PLATHNER befaßte sich mit dem Problem und konnte in Bezug auf die Seitenkanäle feststellen, "... die laterale Wurzelhaut zeigt keine entzündliche Veränderung und die im apicalen Bereich lassen sich durch unsere Maßnahmen ausheilen". Dieser Satz PLATHNERs ist wichtig, weil er besagt, daß die laterale Wurzelhaut bei der Pulpagangrän keine entzündlichen Veränderungen zeigen braucht. Weiterhin konnte auch dieser Autor feststellen, daß Seitengranulome des Peridontiums, die sich an hochgelegene Seitenkanäle anschließen bei einer Behandlung des Hauptkanals ausheilen können. Nach den oben angeführten Fällen möchte ich natürlich nicht die Möglichkeit

eines auch trotz fachgerechter Wurzelfüllung fortbestehende Granulome bestreiten. Es sollte nur gezeigt werden, daß das Schicksal eines gangränösen Zahnes nicht von der Existenz ein oder mehrerer Seitenkanäle abhängt, sondern vielmehr, wie sich G. PALOCZ ausdrückt vom "biostatistischen Gleichgewicht", zwischen Mikroflora und Organismus. Bei einem gesunden und widerstandsfähigen Organismus besteht also keine Veranlassung allein auf Grund der vorhandenen Seitenkanäle die bisher praktizierte Behandlungsweise aufzugeben.

Röntgenbilder von drei Patienten, die ich neben zahlreichen anderen Fällen bei der Gangränbehandlung in der Praxis beobachten konnte.

Fall:1:

Frl. K.V. 23 Jahre alt
2/ geschlossenes Gangrän
 Behandlung am 11.11.63
 Rö-Nachkontrolle 16.3.65



Die Rö-Aufnahme zeigt 2/ eine erbsgroße Verschattung vor der Behandlung. Der Zahn wurde nach der vorher geschilderten Methode behandelt. Nach ca. 1 1/2 Jahren wurde eine Rö-Nachkontrolle durchgeführt. Die Aufnahme zeigt, daß die periapicale Veränderung 2/ weitgehend ausgeheilt ist.

Fall 2:

Frau Sch. A. 28 Jahre alt

Behandlung 13. 12. 63

Rö-Nachkontrolle 7. 8. 64



Bei der Patientin wurde durch eine unsachgemäß gelegte Silikatfüllung /2 ein Gangrän verursacht. Die vor der Behandlung angefertigte Rö-Aufnahme zeigt an diesem Zahn ein kirschkern große periapicale Veränderung. Der Zahn wurde nach der gleichen Methode wie Fall 1 am 13. 12. 63 behandelt. 8 Monate später wurde eine Rö-Kontroll-Aufnahme gemacht, aus der ersichtlich ist, daß die pathologische Veränderung am periapicalen Gewebe weitgehend kleiner geworden ist. Es ist anzunehmen, daß es völlig ausheilen wird.

Fall 3:

Pat. W. G. 24 Jahre alt

Behandlung am 6. 5. 61

Rö-Nachkontrolle 23. 5. 64



Die mittleren Schneidezähne im Oberkiefer 1/1 zeigen eine linsengroße periapicale Veränderung.

Es wurde an beiden Zähnen eine Wurzelbehandlung durchgeführt und nach ca. 3 Jahren eine Rö-Nachkontrolle gemacht.

Die Aufnahme zeigt, daß die pathologischen Veränderungen am periapicalen Gewebe, soweit diese röntgenologisch überhaupt feststellbar ist, ausgeheilt sind.

In der letzten Zeit häufen sich aber auch, die durch traumatischen Verletzungen hervorgerufenen Erkrankungen der Zähne. Die Verkehrsunfälle haben sich vervielfacht, aber auch die Sport-Arbeits-, und Haushaltsunfälle sind nicht gering. Sie haben sehr oft Zahn-, Kiefer-, und Schädelverletzungen zur Folge.

Über die Form der Verletzungen und ihre Folgen sowie deren Behandlung findet man in der Literatur eine ganze Reihe von Arbeiten. Der gewebliche Aufbau und die Verankerung des Zahnes lassen die Verletzungen in mannigfacher Form erscheinen. Ihre Einteilung kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Der besseren Übersicht wegen soll hier eine kurze Zusammenfassung wiedergegeben werden.

I. Frakturen:

- 1) nach dem Verlauf der Brucklinien
 - a) Querfraktur
 - b) Schrägfraktur
 - c) Längsfraktur
 - d) Splitterfraktur
- 2) nach der betroffenen Hartschubstanz
 - a) Schmelzfraktur
 - b) Schmelz-Dentinfraktur
 - c) Dentin-Zementfraktur
 - d) Schmelz-Dentin-Zementfraktur
- 3) nach dem anatomischen Ort
 - a) extraalveolar
 - b) intraalveolar
 - c) extra-intraalveolar-Frakturen.

II. Luxationen:

- a) inkomplette Luxation (Subluxation)
- b) komplette Luxation

III. Kontusionen

IV. Weichteilverletzungen

Alle Verletzungen können isoliert oder kombiniert vorkommen. Der Zahn und im besonderen die Pulpa nimmt eine Sonderstellung im Organismus ein. Während wir wie schon oben erwähnt, im übrigen Organismus eine Restitutio ad integrum nach jeder Entzündung erwarten können, ist es bei der Pulpa nicht der Fall. Diese Verhaltungsweise ist in verschiedenen Umständen zu suchen. Die Pulpa befindet sich in einem starrwandigen Hohlraum und die nach ihrer Entzündung auftretende Hyperämie führt zu einem größeren Innendruck und somit zur Drosselung bzw. Abschnürung der sie versorgenden Gefäße. Verhält-

nisse also, die für die Blutzirkulation und etwaiger Heilungsvorgänge äußerst nachteilig sind. Für das Schicksal der Pulpa ist jedoch das funktionieren der Blutzirkulation von entscheidender Wichtigkeit. Gerade bei traumatischen Einwirkungen auf die Zähne sind aber sehr oft die pulpa versorgenden Gefäße in Mitleidenschaft gezogen, sei es durch Quetschung oder Zerreißung der Gefäße. Nirgendwo im Organismus wie gerade bei der Pulpa spielt also die Frage eine so große Rolle; Hat bei dem Trauma die Blutzirkulation gelitten, oder ist dies nicht der Fall gewesen? Aus den Untersuchungen verschiedener Autoren (De Sarrau, Zuckerkandl, v. Ebner, G. Schweitzer, Lepkowski, Steinhardt, Keller Cohen, Kramer und Russel), sehen wir, daß die Gefäßversorgung der Pulpa große Variationen aufweisen kann, es treten nicht nur am eigentlichen foramen apicale Gefäße ein, sondern auch durch die zahlreichen vorhandenen Seitenkanäle die die Pulpa mit der Wurzelhaut verbinden können. Es stellt sich die Frage, in wie weit diese Gefäße für die Pulpa von Bedeutung sein können bei traumatischen Verletzungen des Zahnes. Es wird die Aufgabe eines jeden Zahnarztes sein den durch Trauma geschädigten Zahn für den Organismus zu erhalten.

Bei den Frakturen wird die Erhaltung von vier Faktoren abhängen:

- a) der Lage und
- b) Verlauf der Fraktur
- c) von der Möglichkeit einer Infektion von Seiten der Pulpa und Parodontium her
- d) von der Ruhigstellung des Fragments.

Nach einstimmigen Berichten in der Literatur (J. Eschler, Dunn N. A., Eichenbaum I. W., Naujoks, Schug-Kösters) ist die Heilungsaussicht der Frakturen die im mittleren oder koronalen Teil verlaufen sehr ungünstig. Dagegen wird die Prognose für die Erhaltung des Zahnes bei apicalen Frakturen weitaus günstiger beurteilt. Hier ist sogar eine Ausheilung oft ohne Behandlung möglich. Für den Heilungsvorgang dürfte sich hier wohl das Vorhandensein der am Apexgebiet vorkommenden gefäßführenden Seitenkanäle günstig auswirken. Andererseits können aber auch in höhergelegene Seitenkanäle verlaufende Gefäße die Infektion von marginalem Parodontium zur Pulpa weiterleiten und so gewissermaßen eine retrograde Infektion verursachen. Eine sehr häufig in der Praxis auftretende Form der traumatischen Verletzung ist die Luxation der Zähne, ohne Fraktur der Krone oder Wurzeln. Man unterscheidet wie schon erwähnt zwischen Luxation kompletta und Subluxation. Bei der Luxation kompletta ist die Alveole leer, der Zahn befindet sich außerhalb. Bei der Subluxation ist nur die Stellung des Zahnes verändert. Die Ursache dafür ist meist eine direkte oder indirekte Gewalteinwirkung. Für die Folgen der Subluxation ist die Beschädigung der Pulpa sowie ihre versorgenden Gefäße ausschlaggebend. Sie kann vollständig unbeschädigt bleiben, wenn die Gewalteinwirkung nur geringfügig ist. Bei einer umfangreichen Subluxation kann die Pulpa geschädigt werden;

- a) durch das Auftreten von Blutungen im Zahnkavum oder Wurzelkanal
- b) durch Quetschen oder Abreißen der apicalen Gefäße.

Die Folgezustände der Zähne nach einer umfangreichen Subluxation sind verschieden. Sie zeigen im allgemeinen unmittelbar nach dem Trauma eine verminderte Reaktion bei der Vitalitätsprüfung.

Bei vielen Fällen treten an der Pulpa in der Folgezeit rückläufige Veränderungen auf, die bis zum völligen Untergang des Gewebes führen kann. Wie die praktische Erfahrung zeigt, gibt es jedoch eine große Anzahl von Zähnen bei denen sich auch nach einer umfangreichen Subluxation, die Vitalität nach einer bestimmten Zeit wieder einstellt. Besonders bei den jugendlichen Zähnen wo wir weites noch offenes foramen apicale vorfinden. Die Umgebung dieser Zähne zeichnet sich durch ihren Gefäßreichtum aus. Es gelangen durch das weite foramen apicale zahlreiche Versorgungsgefäße in die Pulpa. Dies ist eine günstige Voraussetzung für den Heilungsvorgang nach dem Trauma, angenommen werden kann, daß nicht alle Gefäße geschädigt werden, die bei der Pulpa so wichtige Blutzirkulation also noch weiter besteht und somit die Ernährung des Organes oft auch nur leidlich gewährleistet ist. Aber auch Zähne mit abgeschlossenem Wurzelwachstum können nach einer umfangreichen Subluxation ihre Vitalität behalten und sich festigen. Das beweisen zahlreiche Fälle die in der Praxis zu beobachten sind.

Man darf wohl annehmen, daß hier das Vorhandensein von mehreren Versorgungsgefäßen im apicalen und Seitenbereich, mit eine Rolle spielen. Ich möchte hier einen Fall schildern, den ich kürzlich in der Praxis beobachten konnte.

Ein 40-jähriger Patient besucht nach einem Unfall unsere Sprechstunde. Er erzählte, daß er am Vortag auf der Treppe fiel, wobei er unter anderem auch die Frontzähne angeschlagen hat. Bei der Untersuchung konnte dann folgendes festgestellt werden:

Die beiden mittleren Schneidezähne 1/1 im Oberkiefer, wiesen eine umfangreiche Subluxation auf, die Lockerung war bei beiden gleich groß. Die angefertigten Röntgenaufnahmen zeigten, daß im Bereich der Wurzeln keine Fraktur vorlag. Bei der durchgeführten Vitalitätsprüfung mit dem faradischen Strom fand sich eine verminderte Reaktion (Skala 7-8).

An Hand des Befundes konnte folgende Diagnose gestellt werden:

Subluxation der 1/1 mit großem Lockerungsgrad ohne Fraktur der Kronen bzw. Wurzeln. Nach entsprechender Versorgung (Schienung etc) wurde der Patient entlassen. Er suchte die Praxis erst wieder in 3 Wochen auf. Es wurde wieder eine Vitalitätsprüfung vorgenommen, wobei 1/ überhaupt keine, links oben /1 eine positive Reaktion zeigte. 1/ war noch perkussionsempfindlich und der Patient berichtete, daß er in den vergangenen Tagen leichte Schmerzen verspürt hat. Der Zahn wurde trepaniert und es zeigte sich, daß die Pulpa nekrotisch zerfallen war, worauf hier eine Wurzelbehandlung vorgenommen wurde. Nach einer

zweimonatigen Nachuntersuchung zeigte sich das links oben 1 seine Vitalität behalten hat. Beide Zähne haben die gleiche umfangreiche Subluxation erfahren, der Lockerungsgrad war bei beiden gleich und doch blieb die Vitalität des einen erhalten und der andere wurde nekrotisch. Da bei den Zähnen die Pulpa nicht freigelegt wurde, ein offener Infektionsweg also nicht vorhanden war, ist anzunehmen, daß die Nekrose der Pulpa von 1/ durch Unterbrechung der Blutzirkulation am foramen apicale bedingt war. Rein überlegungsmäßig müßte aber 1 das gleiche Schicksal erreicht haben. Da dies aber nicht der Fall war, muß angenommen werden, daß an diesem Zahn besonders günstige arterielle Versorgungsbedingungen der Pulpa an der Wurzelspitze und seitlich bestanden haben, zumal hier die gleichen Bedingungen herrschten nach dem Trauma. Daß die Pulpa bei Trauma öfters gut überstehen kann, zeigen die praktischen Erfahrungen auch an anderen Fällen.

Es hängt wohl in der Hauptsache damit zusammen, daß die Gefäße, die die Pulpa versorgen, große Variationen im Hinblick auf Zahl und Ort der Eintrittsstelle aufweisen können. Auch die Art der Befestigung des Zahnes im Zahnfach müßte dabei bedeutsam sein. Die Gefäße im lockeren Bindegewebe am Apexgebiet können dann selbst bei starken Belastungen unverletzt bleiben, sodaß die Ernährung der Pulpa leidlich gewährleistet bleibt. Man kann also mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß Besonderheiten in der Gefäßversorgung an den Seiten und Spitzen bei traumatischen Verletzungen von Bedeutung sein können. Weiterhin ist anzunehmen, daß bei einer umfangreichen Subluxation nicht immer alle Gefäße abgerissen bzw. gequetscht werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß die Pulpa und Wurzelhaut verbindenden Gefäße nur gedehnt werden, und somit die Blutzirkulation noch aufrecht erhalten bleibt und die Ernährung des Organes gewährleistet ist. Dies ist offenbar der Grund, daß trotz umfangreicher Subluxation bei vielen Zähnen die Vitalität erhalten bleibt und die Zähne nach dem Unfall ihre Funktion, wie bisher erfüllen.

ZUSAMMENFASSUNG

An Hand der einschlägigen Literatur konnte gezeigt werden, daß der von der Pulpa ausgefüllte Hohlraum kein unverzweigter gleichförmiger Kanal ist.

Der im jugendlichen Organismus noch voluminöse Wurzelkanal mit einem offenen Foramen apicale, wird in einem hohen Prozentsatz während des ganzen weiteren Lebensgeschehens durch Anbau von Dentin verengt. Seine Form und Verlauf können mit fortschreitendem Alter und unter bestimmten physiologischen Einflüssen der Artikulation und Occlusion kompliziert werden. Es kann zu deltaförmiger Aufspaltung am Foramen apicale kommen, ebenso zu Ramifikationen und Seitenkanalbildungen. Diese Differenzierungen treten am häufigsten zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr auf. Die Gefäßversorgung der Pulpa erfolgt nicht ausschließlich durch das Foramen apicale, auch von den Seiten, wobei große Variationen vorkommen. Die Arbeiten der verschiedenen Autoren zeigen, daß mehrere Gefäße in den apicalen Anteil der Zähne, auf verschiedenen Wegen zur Pulpaversorgung eintreten können. Die zahlreich vorhandenen Seitenkanäle sind in der Regel gefäßführend und können eine Verbindung zwischen der Pulpa und Wurzelhaut darstellen. Im Hinblick auf die Zahnerhaltung konnte festgestellt werden, daß die gefäßführenden Seitenkanäle den Erfolg einer Wurzelbehandlung nicht beeinträchtigen.

Die Gefäße, die mehrzählig und auf verschiedenen Wegen zur Pulpaversorgung am Wurzelkanal eintreten, können auch bei traumatischer Verletzung der Zähne von Bedeutung sein. Gerade bei Verletzungen werden die Versorgungsgefäße sehr oft geschädigt und die für die Pulpa so wichtige Blutzirkulation gestört bzw. unterbrochen, was den Untergang des Gewebes zur Folge hat. Es gibt eine große Zahl von Fällen, bei denen der Zahn bzw. die Pulpa ihre Vitalität trotz umfangreicher Verletzung beibehält. Ein eindrucksvolles Beispiel aus eigener Erfahrung aus einem großen Verletztengut wird hierfür als Beweis angeführt. Es kann hier mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß die in Mehrzahl vorhandenen Versorgungsgefäße nicht alle geschädigt wurden, die Ernährung, wenn oft auch nur leidlich, aufrecht erhalten blieb und so der Zahn nach einer bestimmten Zeit seine Funktion wieder voll erfüllen kann.

	40 - 50	20	5 15 -	7 1 1 2	55 %	4 2	30 %
		280	50 205 3 19,5% 79,5% 1%	86 10 4 5	41 %	34 13	18 %
II. Praemolares Sup.	15 - 20	16	16 -	6 -	37 %	-	-
	20 - 30	156	80 73 3	64 4 3 1	48 %	22 3	16 %
	30 - 40	50	29 21 -	24 2 2	56 %	8 2	20 %
	40 - 50	24	12 10 2	10 2 3	61 %	10 2	50 %
		246	137 104 5 56% 42% 2%	104 8 8 1	50 %	40 7	19 %
I. u. II. Molares Sup.	15 - 25	98	- - 48 50	m 5 5 - d 2 3 - p 3 4 -	10 % 5 % 6,5 %	10 1	9 %
	25 - 35	240	130 120	m 40 30 50 d 15 4 5 p 20 20 8	50 % 10 % 20 %	32 2	10 %
	35 - 45	127	50 77	m 10 30 25 d 8 4 - p 12 9 4	51 % 10 % 20 %	23 2	11 %
	45 - 55	48	20 28	m 10 10 - d 2 1 - p 2 3 -	41 % - 10 %	15 -	12 %
		513	238 275 46,5% 58,5%	129 123 92	67 %	80 5	16 %
III. Molares sup.	20 - 30	20	4 12 4 -	2 10 -	60 %	-	-
	30 - 40	50	3 15 20 12	22 15 2 2	84 %	8 3	22 %
	40 - 50	25	- 3 15 7	8 7 3 5	91 %	8 3	44 %
		95	7 30 39 19 6% 32% 41% 20%	32 32 5 7	80 %	11 11	23 %
		80	2 36 42 -	5 -	6 %	-	-
I. et II-Molares inf.	18 - 30	210	- 43 157 16	60 13 15 26	62 %	30 5	16 %
	30 - 40	200	- 19 181 4	51 18 25 30	63 %	24 6	15 %
	40 - 50	22	- - 21 1	18 10 12 16	27 %	2 2	19 %
		512	2 98 401 21 0,3% 18% 80% 2%	3 5 4 1 1 2 1 2	60 % 28 %	56 13	13,5 %
		14	3 11 -	148 75 66 87	73 %	2	14 %
III. Molares inf.	20 - 30	46	1 40 5	5	7 %	2	50 %
	30 - 40	20	- 15 5	3	11,5 %	1	5 %
	40 - 50	80	4 66 10 5% 82% 13%	9	10,2 %	5	6 %

LITERATURVERZEICHNIS

- 1.) Adloff P.: Österr.-Ung. Vjschr. Zhk. 1913
- 2.) Davis W.C.: Essential of operative dentistry 1923 Kimpton London
- 3.) Euler-Meyer: Pathohist. d. Zähne, 1927, München
- 4.) Euler: Port-Euler Lehrbuch d. Zahnheilk. München
- 5.) Euler: Dtsch. Mschr. Zhk. 1922
- 6.) v. Ebner: v. Scheff's Handbuch d. Zahnhlk. 1908 Wien
- 7.) Eichenkamm I.W.:
Dunn N.A.: Diagnose und Behandlung frakturierter Frontzähne.
Journ. Am. Dent. Assoc. 44, H. 1, 8 (1951)
- 8.) Ellis, R.G.: Verletzte Frontzähne, Deut. Journ. Austral.
23, H. 1, 8 (1951)
- 9.) Eschler J.: Dtsch. Zahnärztliche Wschr. 41, 344 (1938)
- 10.) Fesoli und Azlotta:
Sull' Anatomie dei canali radiculari dei denti human, Stomatologie Juli 1913
- 11.) Fechter B.: Dtsch. zahnärztl. Zschr. 1955, Heft 23
- 12.) Fischer G.: Dtsch. Mschr. Zhk. 1907
- 13.) Fischer G.: Dtsch. Meschr. Zhk. 1912
- 14.) Fischer G.: Dtsch Zhk. in Vorträgen, Leipzig 1908
- 15.) Fischer G.: Normale und Pathologische Biologie des Zahnsystems 1953
- 16.) Fischer G.: Dtsch. zahnärztliche Zschr. 1955, Heft 17
- 17.) Green D.: Oral Surgery St. Louis 1956, 9, H. 11
- 18.) Green D.: Oral Surgery St. Louis 1960, 13, H. 6
- 19.) Hattayasi D.: Österr. Zschr. Stom. 1957
- 20.) Hayashi-Satao: Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 1932, Heft 4
- 21.) Hess: Habilitationsschr. Zürich 1917
- 22.) Hess: Zahn-, Mund- und Kieferheilk. Band 2 (1955) München/Berlin
- 23.) Jounghen F.: Die Darstellung der Pulpa und ihre Ramifikationen bei menschl. Zähnen. Erg. ges. Zahnhlk. 1924

- 24.) Th. De Jouge: Zahn-, Mund- und Kieferheilk. Band 1
München/Berlin
- 24a) Ketterl: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschrift
- 25.) Keller O.: Diss. Schrift Zürich 1928
- 26.) Kramer I.: Pergamon Press, London, New York, Paris (1960)
Arch. Oral. Biol. 2 (1960) 43 177
- 27.) Kramer I.
Rüssel C.: J. dent. Res. 35 (157) 1956
- 28.) Krönke, A.: Dtsch. Zahnärztl. 11, 1957, S.333
- 29.) Kämmerling: Med. Diss. 1956 Bonn
- 30.) Leuhossek: Handb. d. Zahnheilk. v. J. Scheff 1922
- 31.) Lepkowski: Die Verteilung d. Gefäße in den Zähnen d. Menschen, Anat. J. 17, 1901
- 32.) Loos, R.: Österr. Ung. Vjschr. Zhk. 1909
- 33.) Lösinczy-Landgraf:
Dtsch. zahnärztliche Zeitschrift 1955
- 34.) Metznik J. v.: Jahrbuch d. Zhk. Berlin-Wien 1903
- 35.) Meyer, W.
U. E. Scheele: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1954
- 36.) Meyer, W.: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1955
- 37.) Meyer, W.: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1959
- 38.) Motsumeya S.: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1955
- 39.) Moral: Monatschr. Zhk. 1914
- 40.) Mühlreither, H.:
Anatomie d. menschlichen Gebisses
- 41.) Münch J.: Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 1935
- 42.) Münch J.: Pulpa und Wurzelbehandlung, Leipzig 1937
- 43.) Noujoks, R.: Dtsch. Zahnärzteblatt (11) 1955
- 44.) Palocz: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1955
- 45.) Platthner: Dtsch. Zahnärztl. Zeitschr. 1955 (H. 23)
- 46.) Port, G.: Öst.-Ung. Vjschr. Zhk. 1905
- 47.) Preiswerk, G.: Lehmanns med. Handot. Bd. XXX
Lehrbuch u. Atlas d. Zahnheilk.

- 48.) Rebel: Kons. Zahnheilk. 1938
- 49.) de Sarron: Gaz. med. de Paris 1880
- 50.) Steinhardt: Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 1935
- 51.) Schönherr E.,
 K.H. Brauner: Quintesenz (1965), Heft 6
- 52.) Schweitzer: Arch. mikrosk. Anat. (1909) 74,
- 53.) Schug-Kösters: Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde,
 Heft 21, S. 187 (1959)
- 54.) Weyhmann: Med. Diss. Dresden 1957
- 55.) Wetzell: Lehrbuch d. Anatomie f. Zahnärzte 1951
- 56.) Zuckerkandl: J. Scheff's Handbuch der Zahnheilk. 1902

An dieser Stelle möchte ich Herrn Medizinaldirektor Privatdozent Dr. K. H. LINK für die gütige Überlassung des Themas und für die wertvollen Anregungen sowie für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

LEBENS LAUF

Am 28. 10. 1936 wurde ich als Sohn des Johann Plank und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Happ in Marko/Ungarn geboren.

Dasselbst besuchte ich die Grundschule und dann das Gymnasium zu Veszprem, wo ich 1955 die Reifeprüfung ablegte. 1956 habe ich Ungarn verlassen und lebe seither in der Bundesrepublik Deutschland.

Im Mai 1957 wurde ich an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München zum Studium der Zahnheilkunde zugelassen.

Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich daselbst im Herbst 1959, das Staatsexamen im Januar 1963.

Anschließend war ich 3 Jahre als Assistent tätig.

Seit Januar 1966 führe ich eine eigene Praxis.

